

Vatten i en föränderlig miljö

– Om skyfallshantering i Malmö

Water in a changing environment

Concerning cloudburst management in Malmö

Arvid Wendel



Självständigt arbete • 15 hp

Landskapsingenjörsprogrammet

Alnarp 2019

Vatten i en föränderlig miljö

Om skyfallshantering i Malmö

Water in a changing environment

Concerning cloudburst management in Malmö

Arvid Wendel

Handledare: Arne Nordius, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Anders Kristoffersson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i landskapsarkitektur

Kursansvarig inst.: Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Kurskod: EX0841

Program/utbildning: Landskapsingenjörsprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2019

Omslagsbild: Johan Nilsson/TT

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Dagvatten, dagvattenhantering, skyfall, hållbar, Malmö

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Sammanfattning

Den globala uppvärmningen och dess konsekvenser är ett faktum. I det naturliga hydrologiska kretsloppet utnyttjas vatten som faller över jorden som resurs och slussas runt i kretsloppet. I och med urbaniseringen och människans livsstil rubbas den naturliga balansen i kretsloppet och i takt med detta måste vi finna lösningar på hur vi kan återfinna en sådan balans. Eftersom urbaniseringen också är ett faktum behöver vi finna lösningar anpassade dels till naturen och dels till den livsstil och stadsplanering som följer med människans sätt att leva. I det här arbetet presenterar jag ett förslag på en sådan lösning vid John Ericssons väg i Malmö. Mitt förslag baserar jag på samtal med verkställande person på gatukontoret i Malmö, Malmö stads egna policydokument kring dagvattenhantering samt Thomas W. Liptans fem grundprinciper för hållbar dagvattenhantering. Resultatet blir ett förslag som försöker tillämpa de olika principerna för att råda bot på skyfallsproblem samt att dagvattnet ska bli en resurs istället för ett problem. Även om en skyfallsanpassning av John Ericssons väg är omfattande och kostsam ger den upphov till mervärden och positiva konsekvenser för staden. Detta kommenterar jag närmre i mina slutreflektioner.

Abstract

The global warming is a fact and so are it's consequences. One of the consequences of global warming is increased rainfalls. The natural hydrologic cycle uses the water as a resource as it runs through the cycle. Natural landscapes are replaced with urban areas and our lifestyles have a negative impact on the natural balance in which water is being treated. We have to work to restore this natural balance through innovative solutions in our cities. These new ways of treating stormwater in urban areas depend on natural processes and have to be compatible with our lifestyles and the way we plan our cities. This composition will try to give an example of how such solutions could present themselves in a specific location, John Ericssons väg in the city of Malmö. The proposed solution is based on conversations with staff on gatukontoret in Malmö, the city's own policy documents as well as Thomas W. Liptan's five fundamental principles on how to treat stormwater. The result is a proposition that tries to apply these principles to solve problems with increased rainfalls and that uses the water as a resource rather than a cause of problems. Even though an adaptation of John Ericssons väg is both extensive and expensive it will result in great added values and positive consequences for the city. This will be commented further in the end discussion of this composition.

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INLEDNING | 5 |
| 1.1 | Problemformulering och avgränsningar | 5 |
| 1.2 | Bakgrund – global uppvärmning och konsekvenserna av en ökad nederbörd | 5 |
| 1.3 | Det naturliga och det urbana hydrologiska kretsloppet | 6 |
| 1.4 | Syfte och frågeställning | 8 |
| 1.5 | Uppsatsens struktur | 9 |
| 2 | DAGVATTENHANTERING – EN ÖVERSIKT | 9 |
| 2.1 | Traditionell dagvattenhantering | 9 |
| 2.2 | Olika typer av regn och flöden | 10 |
| 2.3 | Hållbar dagvattenhantering – en resilient stad | 11 |
| 2.4 | Hållbar dagvattenhantering – ekosystemtjänster och vatten som resurs | 11 |
| 2.5 | Öppna dagvattenlösningar | 12 |
| 3 | VÄGLEDANDE PRINCIPER FÖR DAGVATTENHANTERING | 17 |
| 3.1 | Principer för hållbar dagvattenhantering | 17 |
| 3.2 | Dagvattenhantering i Malmö | 19 |
| 3.2.1 | Grundprinciper för dagvattenhantering i Malmö | 19 |
| 3.2.2 | Dagvattenstrategi för Malmö | 21 |
| 3.2.3 | Skyfallsplan för Malmö | 24 |
| 4 | JOHN ERICSSONS VÄG I MALMÖ | 25 |
| 4.1 | Historisk bakgrund | 25 |
| 4.2 | Val av projektplats | 26 |
| 4.3 | Gatans utformning och förutsättningar | 29 |
| 5 | SKYFALLSANPASSNING AV JOHN ERICSSONS VÄG | 30 |
| 5.1 | John Ericssons väg som dagvattenstråk – ett förslag för skyfallsanpassning | 31 |
| 5.2 | Skyfallsanpassning av John Ericssons väg utifrån Liptans grundprinciper | 34 |
| 5.3 | Skyfallsanpassning av John Ericssons väg utifrån Malmö stads principer för dagvattenhantering | 38 |
| 6 | SLUTREFLEKTIONER OCH KOMMENTARER | 38 |
| 7 | KÄLLFÖRTECKNING | 41 |
| 8 | FIGURFÖRTECKNING | 43 |

1 Inledning

1.1 Problemformulering och avgränsningar

Den globala uppvärmningen är ett faktum och vad den bland annat medför är en ökad nederbörd på vår jord. I augusti 2018 valde Greta Thunberg att visa offentligt hur hon fått nog av den nonchalans vi människor till stor del har gentemot de miljöproblem vi ger upphov till. Hon valde att klimatsstrejka. Våra politiker presenterar olika partipolitiska lösningar till miljöproblemen, kommuner och landsting andra. På regional och global nivå hålls toppmöten och avtal diskuteras fram. Olika synsätt på problemet och därmed olika lösningar presenteras inom olika vetenskapliga discipliner. Filosofiskt skulle vi kunna föreslå att enda lösningen vore att anta en global strategi och låta den bli universell princip till dess vi fått bukt med problemen. Så – på frågan om hur vi löser problemen med ökad nederbörd som den globala uppvärmningen ger upphov till kan vi ge flera alternativa svar – och alla har sin plats i diskussionen och utvecklingen. Då detta är ett kandidatarbete inom landskapsingenjörsprogrammet kommer jag ge mig i akt med att belysa hur vi med landskapsingenjörstekniska lösningar kan lösa problemet med ökad nederbörd. Problemområdet för mitt arbete är således dagvattenhantering och dess lösningar. En ytterligare avgränsning jag gör är studera dagvattenhantering i en urban miljö, där jag än en gång avgränsat mig till att studera en specifik plats – nämligen John Ericssons väg i Malmö.

1.2 Bakgrund – global uppvärmning och konsekvenserna av en ökad nederbörd

På grund av ökade halter av växthusgaser i atmosfären har den globala medeltemperaturen mellan åren 1906 - 2005 ökat med 0,74 grader. Till följd av den globala uppvärmningen har havsnivån under perioden 1961 - 2003 stigit med ungefär 8 centimeter. Trenden pekar globalt mot att varma sommar dagar- och nätter blir allt vanligare samtidigt som frostdagar och kalla vinternätter blir ovanligare. FN:s klimatpanel IPCC har gjort uppskattningen att den globala medeltemperaturen kommer uppgå med en ytterligare ökning på 1,8 - 4,0 grader samtidigt som havsnivån väntas stiga med 0,2 - 0,8 meter till nästa sekelskifte (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007).

I Sverige väntas temperaturen stiga mer än det globala genomsnittet och därmed också nederbördsmängden då framförallt mildare vår, vinter och hösttider ger en högre nederbördsmängd. Till år 2080 beräknas den nederbörd som faller under januari månad i delar av landet öka med mer än 50 millimeter samtidigt som den mängd som faller som snö kraftigt minskat. I större delar av landet ökar antalet dagar med kraftig nederbörd och vi ser en markant ökning av skyfall, sådana regn som idag har en prognostiserad återkomsttid på minst 100 år. Den genomsnittliga nederbörden som faller över Sverige beräknas idag vara cirka 600 - 700 millimeter per år (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007).

Intensiva regn med kortare varaktighet har högre flödestoppar och leder allt oftare till att små vattendrag och dagvattensystem inom tätbebyggda områden blir överfulla och svämmar över. Större vattendrag och sjöar är mer känsliga för de utdragna regnperioder som beräknas bli mer vanligt förekommande. Städer och tätbebyggda områden som expanderar mot vattendrag och sjöar blir känsliga för översvämningar som kan få stora konsekvenser. Vår naturmiljö och samhällets funktionalitet uppvisar en sårbarhet inför förändringar i klimatet. Hur vi planerar beredskapen inför klimatförändringarna har stor betydelse för hur konsekvenserna utav kommande extrema vädersituationer kommer att se ut (Klimat- och sårbarhetsutredningen, 2007).

1.3 Det naturliga och det urbana hydrologiska kretsloppet

Det hydrologiska kretsloppet beskriver hur allt vatten på vår planet cirkulerar. Ungefär 97 % av allt vatten i världen förekommer som saltvatten i våra hav och bara en liten del av del av återstående 3 % finner vi i vattendrag och sjöar. Resterande vatten återfinns i jorden som grundvatten eller markvatten, i glaciärer och isar eller i vår biosfär och atmosfär (SMHI, 2014).

Vattnets kretslopp upprätthålls av solen vars energi driver de processer som kallas *evaporation* och *transpiration*. Evaporation bildas när solen värmer upp ytvatten på mark, hav, sjöar, vattendrag, snö eller vegetation och vattnet förångas och avdunstar. Transpiration syftar på vattnets utväxling mellan växter och atmosfären. När växterna tar upp koldioxid genom klyvöppningarna blottas fuktiga ytor som värms upp och avger vattenånga. Störst avdunstning sker under sommarhalvåret (Grip & Rodhe, 2000).

Vattenångan som avdunstar stiger upp i atmosfären och återgår till sin fasta form efterhand som ångan kyls av. När dropparna blir för tunga för att fortsätta stiga bildas regn eller snö och vattnet påbörjar sin resa ner mot jorden igen (SMHI, 2014). En del av nederbörden når aldrig marken igen utan fastnar istället på vegetationen. Träd och växters blad- och grenverk skapar en barriär mot marken på vilken vattnet kan dröja sig kvar. Denna process kallas för *interception*. Vattnet avdunstar från vattenmagasinet som bildats på vegetationen eller fortsätter att rinna ner mot marken (Grip & Rodhe, 2000).

Den del av nederbörden som når marken och som inte direkt avdunstar tränger ner i markytan genom *infiltration*. Vilken infiltrationskapacitet marken har beror till stor del på jordens beskaffenhet gällande struktur, kornstorlek och den porositet som bildas i jorden (SMHI, 2014). Om nederbördens intensitet överstiger infiltrationskapaciteten i jorden samlas det vatten på ytan som så småningom bildar ytvavrinning (Grip & Rodhe, 2000).

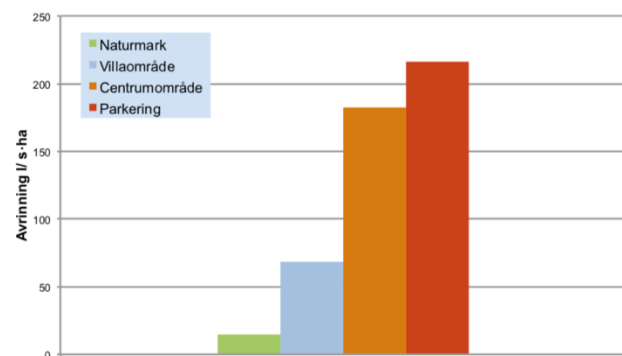
Vattnets fortsatta resa ned genom marken kallas för *perkolation*. Det översta jordlager vars porer rymmer både vatten och luft kallas för den *omättade zonen* och vattnet som uppehålls här bildar *markvatten* (SMHI, 2014). Markvattnet finns tillgängligt för trädens rötter i den översta *rotzonen*. Vegetationen är till stor del beroende av markvattnet och vilken vattenmängd som finns i rotzonen beror på årstiderna, mängden nederbörd och växternas vattenupptagning (Grip & Rodhe, 2000).

Under vinterhalvåret när växternas vattenupptagning är låg perkolerar vattnet djupare ner i jorden och bildar grundvatten. Vid grundvattenbildningen, till följd av vattnets resa genom jorden, har vattnet renats från föroreningar och partiklar. Större partiklar kan skiljas från vattnet redan vid det översta jordlagret. Mikroorganismer som lever i jorden och på trädens rötter hjälper till att via biokemiska processer rena vattnet från föroreningar. Den främsta reningen sker emellertid i jorden genom *absorption* då partikelbundna föroreningar fastnar vid kontaktytan på jordpartiklar (Grip & Rodhe, 2000). En del av det vatten som är bundet i marken letar sig tillsammans med ytvavrinningen långsamt ut till sjöar, vattendrag och slutligen haven där det avdunstar för att sluta kretsloppet.

När vi exploaterar naturmark och bygger städer sätts delar av det naturligt långsamma hydrologiska kretsloppet ur spel. Det ersätts istället av artificiella metoder för att avleda, rena och utnyttja vattnet. Det regn- eller smältvatten som förekommer i det urbana kretsloppet brukar

kallas för *dagvatten*. Våra städer är till stor del uppbyggda kring barriärer för vattnets kretslopp i form av hårdgjorda ytor och de naturliga vattendragen ersätts av ledningssystem under mark. Gator och vägar av asfalt eller olika typer av marksten i kombination med kompakterad mark leder till att mängden ytvavrinning i förhållande till vatten som kan infiltreras i marken ökar drastiskt. I naturen bidrar vattnet som finns i marken till ett jämnt flöde mot vattendrag och sjöar medan ytvavrinningen ger mer sporadiska och lugna flödestoppar. I städerna sjunker istället markvatten- och grundvattennivåerna samtidigt som ytvavrinningen sker fortare över de hårdgjorda ytorna och i ledningssystemen. Detta leder till betydligt högre och snabbare flödestoppar och risken för översvämningar ökar markant i det mer hastiga urbana kretsloppet. Trots mer vanligt förekommande översvämningar orsakar den minskade mängden tillförsel av markvatten brist på rottillgängligt vatten i kretsloppet (Butler & Davies, 2011).

De processer som i naturen hjälper till att rena vattnet har i det urbana hydrologiska kretsloppet till stor del försvunnit. Samtidigt så är staden en betydligt mer förorenad miljö. De stora flödena av ytvavrinning sköljer med föroreningar och sediment ner i ledningssystemen varifrån det antingen släpps ut i naturen eller leds vidare till reningsverk. I städerna har vi kommit att förlita oss på att ha ständig tillgång på rent dricksvatten och att enkelt kunna göra oss av



Figur 1. Exploatering av naturmark leder till en ökad ytvavrinning. Den hastighet med vilken vattnet flödar beror på exploateringsgraden, typ av markbeläggning samt förekomst av fördröjande åtgärder (Svenskt vatten, 2016). Figur: Svenskt vatten, 2016.

med det vatten som vi använt. *Spillvatten* är det vatten som vi använder dagligen och som blir mer eller mindre förorenat. Allt spillvatten leds till reningsverk som delvis kan ersätta de naturligt vattenrenande processerna innan vattnet släpps ut i naturen (Butler & Davies, 2011).

1.4 Syfte och frågeställning

Med detta arbete syftar jag till att studera de problem och möjligheter som dagvatten kan medföra i den urbana miljön. Genom att titta på tidigare forskning kommer jag sammanställa vilka olika typer av lösningar som finns för att hantera dagvatten. Vidare så kommer arbetet att försöka analysera hur man vid ett befintligt gaturum i Malmö kan arbeta med att hantera dagvatten på ett vis som avlastar stadens ledningssystem, begränsar skadeverkningar vid större

skyfall och bidrar till en mer välmående urban miljö. Den fråga som jag med mitt arbete ämnar besvara är: Vilka möjligheter finns det att skyfallsanpassa John Ericssons väg genom att anlägga öppna dagvattensystem, vilka nyttjar den stora Pildammen som recipient?

1.5 Uppsatsens struktur

I detta inledande avsnitt har jag presenterat dagvattenhantering som en lösning på de problem en ökad nederbörd ger upphov till. Detta är det problemområde som ligger till grund för mitt arbete. Jag har även gett en översiktlig bild av både det naturliga och det urbana hydrologiska kretsloppet samt presenterat mitt syfte och min frågeställning. I följande avsnitt kommer jag genom en litteraturstudie ge en närmare beskrivning av dagvattenhantering – hur den traditionellt sett ut och hur vi kan öka hållbarheten. Därefter följer ett avsnitt där jag presenterar Thomas W. Liptans fem grundprinciper för hållbar dagvattenhantering samt tre policydokument för dagvattenhantering från Malmö stad. Dessa grundprinciper och policydokument blir vägledande för det förslag på en skyfallsanpassning av John Ericssons väg som jag lägger fram senare. Efter avsnittet om vägledande principer för fallstudien följer själva fallstudien. Där ges en historisk och teknisk beskrivning av platsen samt argumenterar jag för valet av plats, vilket jag baserat på empiriska observationer och samtal med verksam tjänsteman på Gatukontoret. Sedan lägger jag fram mitt förslag och diskuterar det utifrån den litteraturstudie jag gjort samt de vägledande principer jag ställt upp. Slutligen följer ett avsnitt där jag kommenterar de resultat jag presenterat.

2 Dagvattenhantering – en översikt

2.1 Traditionell dagvattenhantering

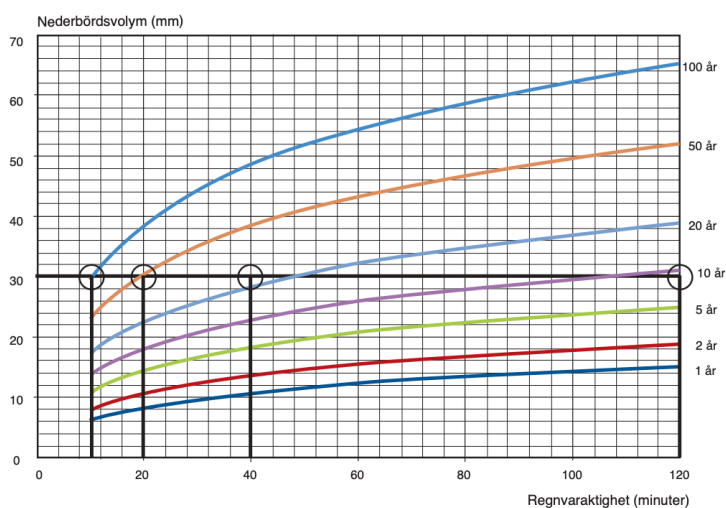
Under 1800-talet led städer av svåra hygieniska förhållanden. Man hade länge förlitat sig på att smuts och föroreningar skulle forslas ut ur städerna när det regnade, via rännstenar och diken ut till närmsta vattendrag. I takt med att fler människor flyttade till städerna började man under den senare hälften av 1800-talet med en sanitär upprustning som bland annat innebar anläggandet av underjordiska avloppsledningar (Svenskt vatten, 2016). Fram till 1950-talet var det i tätorter vanligast med så kallade *kombinerade avloppssystem*. I de kombinerade systemen avleds spill-, dag- och dräneringsvatten i en och samma ledning till ett reningsverk. För att motverka översvämningar vid höga flöden har kombinerade system bräddavlopp genom vilket

vatten kan avledas orenat direkt till recipienten. Sedan mitten av 1950-talet har utbyggnaden av avloppssystem till huvudsak utgjorts av så kallade *duplikata avloppssystem*. I de duplikata systemen skiljs spill- och dagvatten i separata ledningar varpå spillvattnet leds till reningsverk och dagvattnet leds direkt till en recipient. Till en början var det vanligt att dräneringssystem anslöts till spillvattenledningarna i det duplikata systemet. För att minska mängden tillskottsvatten till reningsverken blev det under 1980-talet vanligare att dränerings- och dagvattnet styrdes genom samma ledning (Svenskt vatten, 2007).

I många fall är ledningarna som vi tidigare förlitat oss på för avledning av dagvatten inte längre tillräckliga. En stor del av den oexploaterade mark som tidigare fanns i städerna har ersatts av hårdgjorda ytor och bebyggelse vilket i kombination med ökade nederbörds mängder ger flöden långt över vad som var beräknat vid anläggandet av avloppssystemen (Liptan, 2017).

2.2 Olika typer av regn och flöden

Begreppet återkomsttid brukar användas för att beskriva hur sannolikt det är att ett visst regn inträffar samt vilka flöden regnet genererar. Återkomsttiden är ett mått att utgå ifrån vid säkerhetsnivå och dimensionering av olika typer av dagvattenlösningar (SMHI, 2015). Varaktigheten och regnintensiteten är de faktorer som beskriver skillnaden mellan olika regn och återkomsttiden bestäms utifrån förhållandet mellan dessa. Ett regn med en



Figur 2. Diagram över förhållandet mellan nederbördsvolym, regnvaraktighet och sannolikheten att det flödet ska inträffa (Svenskt vatten, 2016).

nederbörds mängd på 30 millimeter kan klassificeras som ett 100-årsregn såväl som ett 10-årsregn beroende på regnets varaktighet. Ett intensivt regn där en stor mängd nederbörd faller under kort tid ger upphov till större flöden och kräver konstruktioner som är dimensionerade för större volymer (Svenskt vatten, 2016).

2.3 Hållbar dagvattenhantering – en resilient stad

Begreppet resiliens kan ha olika innebörd beroende på kontext och används inom flera sammanhang när man vill redogöra för något som har förmåga att stå emot och återhämta sig från störningar och förändring. I naturmiljöer råder en ekologisk resiliens. Ekosystem med en biologisk mångfald och diversitet har förmågan att stå emot störningar och återställas till sitt normaltillstånd. En biologisk mångfald innebär att riskerna och sårbarheten sprids så att det i händelse av att en art utrotas finns andra liknande arter som kan fylla utrymmet i ekosystemet (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2013).

Samhället står inför konsekvenser av klimatförändringar som kan drabba oss via omväxling i temperatur, nederbörds mängd och följaktligen förändringar i ekosystem och dess förmåga att producera ekosystemtjänster. En anledning till att våra samhällen i allt större utsträckning drabbas av naturkatastrofer tros vara att vi försämrat ekosystemens återhämtningsförmåga och därmed kapacitet att lindra effekten av klimatförändringar. Skogar och våtmarker kan verka som buffert mot skyfall, översvämningar, stormar och orkaner. Genom att förstärka ekosystemens diversitet och därmed resiliens mot konsekvenser av klimatförändringar kan vi få en bättre beredskap mot extrema väderhändelser (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2013).

Den globala urbaniseringen kommer i närtid innebära att nästan 80 % av jordens befolkning lever i städer. Urbana regioner expanderar snabbt samtidigt som städerna förtätas. När naturmiljöer går förlorade och arter utrotas ställs det högre krav på städer som alternativa miljö för ekosystem och biologisk mångfald. alltså inte bara nyttan av biologisk mångfald i urbana miljöer för människan utan också värdet av urbana miljöer för biologisk mångfald (Persson & Smith, 2014).

2.4 Hållbar dagvattenhantering – ekosystemtjänster och vatten som resurs

Vår natur är uppbyggd av ekosystem som rymmer icke-levande miljö levande organismer. Ständigt pågående interaktion mellan systemets olika delar är det som kallas ekosystemprocesser. Med ekosystemtjänster syftar man på de ekosystemprocesser som vi människor drar nytta av (Persson & Smith, 2014).



Ekosystemtjänster uppstår ofta i samspelet mellan människor och natur och de kan påverka oss direkt eller indirekt. Beroende på hur olika ekosystemtjänster bidrar till oss brukar de delas in i fyra grupper - stödjande, försörjande, reglerande och kulturella.

De stödjande tjänsterna är processer som påverkar oss indirekt och är nödvändiga för att alla andra tjänster ska fungera. Det kan till exempel vara vattnets kretslopp eller solstrålar som möjliggör fotosyntesen.

De försörjande tjänsterna är de tjänster som tillgodoser oss med vatten, mat, bränsle och råmaterial – allt nödvändigt för vår överlevnad på jorden.

De reglerande tjänsterna påverkar oss indirekt genom att hjälpa till att anpassa jorden för liv genom rening av luft och vatten, klimatreglering, pollinering av växter samt nedbrytning av organiskt material.

De kulturella tjänsterna är tjänster som genom naturen erbjuder oss rekreation och avkoppling, skönhet, kulturarv och inte minst förståelsen av vår egen del i naturliga processer (Andersson-Sköld, Klingberg & Fredriksson, 2017).

2.5 Öppna dagvattenlösningar

Begreppet öppna dagvattenlösningar kan användas som samlingsnamn för de olika tekniska lösningar som nyttjar naturliga processer för att omhänderta, fördröja och magasinera dagvatten. Till skillnad från de slutna ledningssystem som traditionellt använts blir dagvattnet i system som nyttjar infiltration, perkolation, avrinning och fördröjning ofta synligt (Stahre, 2007).

Det finns en rad olika typer av öppna dagvattenlösningar och man brukar dela in dem i fyra huvudkategorier - *lokalt omhändertagande*, *fördröjning nära källan*, *trög avledning* samt *samlad fördröjning*. Indelningen görs utifrån var de olika lösningarna hamnar i en åtgärdskedja som kan användas för att hantera dagvatten nära källan eller i slutet av ett avrinningssystem, på privat mark såväl som på allmän platsmark. Många av de olika lösningarna faller under flera av kategorierna (Svenskt vatten, 2011).

För att avlasta ledningssystemen är det viktigt med åtgärder för öppna dagvattenlösningar genom hela dagvattnets avrinningssystem. Därför blir en kategorisering och avgränsning

mellan de olika lösningarna relevant ur ett ägar- och ansvarsförhållande. Lösningar för lokalt omhändertagande är ofta en mer privat angelägenhet medan lösningar som faller under övriga kategorier istället ofta är kommunens ansvar (Stahre, 2007).

| Kategori | Exempel på teknisk utformning |
|---|--|
| Lokalt omhändertagande (privat mark) | Gröna tak Genomsläppliga beläggningar Infiltration på gräsytor Infiltration i stenfyllning (perkolation) Uppsamling och återanvändning av takvatten Dammar |
| Fördröjning nära källan (allmän platsmark) | Genomsläppliga beläggningar Infiltration på gräsytor Infiltration i stenfyllning (perkolation) Tillfällig uppdämning av dagvatten på speciellt anlagda översvåmningsytor Dammar Våtmarker |
| Trög avledning (allmän platsmark) | Svackdiken Kanaler Bäckar/diken |
| Samlad fördröjning (allmän platsmark) | Dammar Våtmarksområden Sjöar |

Figur 3. Lösningar för öppen dagvattenhantering under de fyra kategorierna för var de hamnar i avrinningskedjan. Baserat på (Stahre, 2007).

Nedan följer en mer ingripande beskrivning av de öppna dagvattenlösningar som är aktuella för användning på allmän platsmark.

Genomsläppliga beläggningar

Genom att undvika hårdgjorda ytor och istället använda mer genomsläppliga material som makadam eller samkross, genomsläpplig asfalt- eller betong, natursten eller markbetong med genomsläppliga fogar, går det att begränsa en stor del av ytavrinningen. Genomsläppliga beläggningar anläggs ofta med en överbyggnad av grövre genomsläppligt material, så kallade luftiga bär- och förstärkningslager (Stahre, 2007). Traditionellt har hårdgjorda ytor byggts upp med en överbyggnad bestående av makadam, ett krossmaterial från berg, av fraktionerna 0-32 mm och 0-90 mm. Den stora andelen fint material ger en överbyggnad med mycket lite rum för luft och vatten (Tynell & Fridell, 2018). Den luftiga överbyggnaden medför att vatten som infiltrerar genom beläggningen kan magasineras för att sedan transporteras bort, antingen via befintlig terrass eller genom anlagda dräneringssystem (Stahre, 2007). Förutom att bidra till en reducerad ytavrinning kan de genomsläppliga beläggningarna hjälpa till att genom infiltration effektivt rena dagvatten från partiklar och partikelbundna föroreningar (Blecken, 2016). Det är relativt vanligt att genomsläppliga beläggningar används på privat mark samt på ytor som är



mindre skötselkrävande eller där slitaget är mer begränsat, till exempel vid cykelparkeringar. Vanliga beläggningsmaterial för såda ytor kan vara samkross eller gräs med armering av betong eller annan typ av stabiliserande nät. På allmän platsmark är det framförallt underhållsbehovet som begränsar användandet av genomsläppliga beläggningar (Stahre, 2007).

Gräsbevuxna översilningsytor och svackdiken

Översilningsytor och svackdiken fungerar i stort sett enligt samma princip som genomsläppliga beläggningar med skillnaden att de i regel består utav befintliga jordlager under vegetationsytan. Översilningsytor och svackdiken kan användas var för sig eller i kombination för att fördröja och leda bort vatten. Dagvattnet leds till den här typen av system från till exempel tak eller omkringliggande gator. För att säkerställa att avrinningsvattnet letar sig till en översilningsyta är det viktigt med höjdsättningen över de hårdgjorda ytorna samt att det mellan ytorna inte finns några överskridande barriärer för vattnet i form av kantstenar eller högre nivåskillnader (Blecken, 2016). Det vatten som inte infiltreras i översilningsytan kan ledas vidare till ett svackdike. Svackdiket har med sina flacka slänter en god magasinerande förmåga som kan förbättras ytterligare antingen med stenfyllningsmagasin under dikets botten eller genom att ett utlopp, ofta bestående av en kupolbrunn, höjs i förhållande till dikets botten (Stahre, 2007).

Stenfyllningsmagasin

Ett stenfyllningsmagasin, även kallat stenkista eller perkolationsmagasin, är ett magasin i marken bestående av grovt material såsom makadam i större fraktioner. Porvolymen i stenmaterialet tillåter vatten att magasineras (Stahre, 2007).

Fördröjningsdammar

Fördröjningsdammar kan användas i olika utföranden och dimensioner på såväl privat mark som allmän platsmark. De huvudsakliga funktionerna är fördröjning samt rening och den här typen av anläggning fungerar ofta som en så kallad "end of pipe-lösning". Detta innebär att man med fördröjningsdammar vill kunna omhänderta stora mängder dagvatten i slutet av en avrinningskedja, innan det släpps vidare ut i ett ledningssystem eller till en recipient. I en fördröjningsdamm renas vattnet främst genom sedimentation av suspenderat material, det vill säga att partikelbundna föroreningar långsamt sjunker till botten av anläggningen. (Blecken, 2016).

Tillfällig uppdämning av dagvatten

För att fördröja dagvatten och avlasta ledningssystem finns möjligheten att där förutsättningar tillåter skapa en tillfällig uppdämning av dagvatten. Genom att anordna en strypning av ett ledningssystem eller igensättning av en brunn kan gatumark, vegetationsytor eller andra för ändamålet avsedda anläggningar användas som ett slags översvämningssytor. Om en brunn stryps är det viktigt att höjdsättningen över gatan är sådan att en avrinning säkerställs vidare nedströms i avrinningskedjan.

Bäckar

Framförallt vid exploatering av obebyggda områden kan det vara aktuellt att leda dagvatten till befintliga bäckar och vattendrag. Det kan också vara så att det finns diken eller vattendrag som tidigare använts och som kan tas i återbruk för avledning av dagvatten. För att använda sig utav befintliga bäckar och diken är det viktigt att vatten leds dit under kontrollerade former samt att åtgärderna är godkända utav eventuella dikningsföretag. Utsätts en bäck för oförutsedda stora volymer och flöden riskerar man översvämningar och erosionsskador (Stahre, 2007).

Kanaler

Öppna dagvattenkanaler kan användas som ett sätt att framförallt avleda dagvatten i urbana miljöer. Anläggandet av sådana kanaler är i regel inte mer kostnadseffektivt än att anlägga traditionella ledningssystem. Den här typen av lösning används därför framförallt när topografiska förhållanden kräver det eller för att synliggöra vattnet och skapa förståelse för samhällets vattenförsörjning. Vid utformning av dagvattenkanaler är det viktigt att tänka på tillgänglighet och olycksrisker. Det kan vara nödvändigt att omgärda kanalerna med staket eller andra skyddsåtgärder och konstruktionen får inte hindra framkomlighet till fastigheter eller farleder. Öppna dagvattenkanaler kan vara ansamlingsplatser för skräp och kräver därför extensiv skötsel. Det är viktigt att ha i åtanke att systemen endast kommer rinna vatten i kanalerna när det regnar. De kan därför uppfattas som stökiga inslag i stadgrummet (Stahre, 2007).

Våtmarker

Våtmarker är ett allt vanligt sätt att fördröja och rena dagvatten vid framförallt lite större anläggningar utanför bebyggelse. Anläggningarna är täckta med vattenväxter som tål att vattenytan ligger i markytan eller strax ovanför. För att våtmarken inte ska torka ut är det viktigt att säkerställa ett konstant flöde (Stahre, 2007).

Regnbäddar

Utöver de exempel som Stahre (2007) tar upp är det viktigt att nämna regnbäddar, även kallade biofilter, som en allt mer populär dagvattenlösning i urbana miljöer. En regnbädd är en nedsänkt vegetationsyta och fungerar som fördröjningsmagasin samtidigt som den har en god renande förmåga. Regnvatten leds från omkringliggande ytor till en regnbädd där det först har möjlighet att bli stående i vad som kallas fördröjningszonen. Därifrån infiltreras och perkolerar vattnet ner genom substratet i konstruktionen. För att förhindra översvämningar kan vatten som överskrider konstruktionens kapacitet ledas genom ett bräddavlopp ut till ledningssystem eller vidare genom andra öppna dagvattenlösningar. Vattnet renas effektivt i en regnbädd där mellan 70 - 90 % av föroreningarna kan avskiljas och ackumuleras. Reningen sker genom filtrering och biokemiska processer på samma vis som i det naturliga kretsloppet (Tynell & Fridell, 2018). Substratet är en mycket viktig komponent i konstruktionen då det ska förse växter med en god miljö och samtidigt fungera som ett renande filter. Strukturen på substratet måste vara sådan att det kan motstå kompaktering och biologisk nedbrytning. Substratet blandas ofta med biokol, organiskt material som värmts upp i en syrefattig miljö. Biokolet är väldigt poröst och gynnar både växter och vattenrening med sin goda vatten- och näringshållande förmåga. Det finns olika typer av regnbäddar som framförallt särskiljs på hur de är konstruerade under mark. Förutom att de dräneras på olika vis måste man i valet av konstruktion ta ställning till huruvida dagvattnet kan tillåtas infiltrera vidare ner till grundvattnet samt vilka reningskrav man har på regnbädden (Tynell & Fridell, 2018).

Trädgrop och plantering i luftiga bärlager

För att lösa problem med en hämmad tillväxt på stadsträd till följd av vatten- och syrebrist samt kompaktering har det blivit allt vanligare med användandet av plantering i makadam och biokol. Denna lösning möjliggör trädplanteringar i hårdgjorda ytor och vid trafikleder där planteringarna tidigare varit utsatta för kompakteringsskador. Grundprincipen för hur konstruktionen omhändertar och gör dagvattnet tillgängligt för växter är i princip den samma som för regnbäddar. Istället för att plantera i jord använder man makadam i grövre fraktioner blandat med biokol. Ibland används ett kraftigt betongfundament runt trädets rötter för att ge stadga mot kompakteringsskador. Tillsammans med en luftningsbrunn som möjliggör för dagvatten- och gasutbyte i det luftiga bärlagret kan man skapa en miljö där växter får ett stort utrymme med rottillgängligt vatten (Stockholm stad, 2017). Genom att träd och buskar ges möjlighet att expandera sitt rotsystem in i det luftiga förstärkningslagret kommer de att få högre

vitalitet och skapa mindre problem med rötter som bryter genom gatan eftersom de får gott om plats under jord (Tynell & Fridell, 2018).

3 Vägledande principer för dagvattenhantering

3.1 Principer för hållbar dagvattenhantering

För att hantera och utnyttja dagvatten på ett effektivt och hållbart vis är det viktigt med ett paradigmskifte i vår syn på vattnets betydelse för urbana miljöer. Stadsrummets förmåga att omhänderta dagvatten undervärderas ofta vilket medför att dagvattnets fördelar för oss människor, växter och jorden inte går att utnyttja. Det är först när allt dagvatten ses som en resurs möjlig att hanteras av det urbana landskapet, där varje exponerad yta presenterar en möjlighet för tillvaratagande och utnyttjande, som vi kan börja ta hela stadsrummet i anspråk för hållbara dagvattenlösningar. Allt från hustak och väggar till trottoarer, parkeringsplatser och gator måste inkluderas i dagvattensystemet. Thomas W. Liptan (2017) presenterar i boken *Sustainable stormwater management - A landscape driven approach to planning and design* fem grundprinciper att utgå ifrån i planerandet och utformandet av hållbara dagvattensystem.

Att inpassa vattnet i landskapet är det första och viktigaste steget för planeringen av en hållbar dagvattenhantering. Istället för att fokusera på hur dagvattnet ska ledas bort från stadsrummet är det betydelsefullt att för varje enskild plats analysera möjligheter i- och konsekvenser av att leda dagvatten dit. Genom att ta bort höjdryggar i landskapet som tidigare använts för att avskilja och styra dagvattnet till avloppssystem och istället anlägga lågpunkter kan vi på ett kostnadseffektivt sätt avlasta befintliga dagvattensystem samtidigt som dagvattnet blir en resurs i den urbana miljön. Vid bedömningen av lämplighet i att leda vatten till en yta är det viktigt att reflektera över den befintliga stadsmiljön och dess topografi, material, markförhållanden och möjliga föroreningskällor. Stadsrummet är fullt av ytor som redan har en funktion men vars utformning går att omvärdera. Parkeringsplatser, gator, torg och bostadsgårdar kan rustas med genomsläppliga material eller tas i anspråk för planteringar, grönytor och andra typer av dagvattenlösningar, alltmedan funktionen bibehålls (Liptan, 2017).

Låt vattnet flöda genom landskapet för att vidare avlasta ledningssystem och optimera resursutnyttjandet av dagvatten. Ledningar under mark ska bara användas som en absolut sista utväg. Genom att utforma markytor, grönytor och planteringar så att de kan transportera

dagvatten och hantera stora flöden kan man undvika de översvämningar som går att härleda till underdimensionerade ledningssystem. Ytlig transport av dagvatten är helt beroende av gravitation och fysiska barriärer. Noggrann höjdsättning och utformning av detaljer såsom trottoarkanter och övergångar mellan material är därför absolut nödvändig. Det är också viktigt att identifiera möjliga hinder för det ytliga dagvattenflödet. En vägmarkering kan vara tillräckligt för att styra dagvattnet i en oönskad riktning och små höjdskillnader vid tänkta vatteninlopp kan orsaka ansamlingar av sediment och blockerade vattenvägar. Principen att transportera dagvatten ytligt möjliggör en jämn fördelning av vatten över landskapet. Vatten som sprids över vegetationsytor fördröjs, renas genom infiltrering och hjälper till att främja de urbana ekosystemen (Liptan, 2017).

Estetiskt tilltalande och funktionell design måste gå hand i hand. Väl fungerande dagvattensystem som inkorporerar principerna ovan bjuder ofta på biodiversitet och allteftersom varje lösning skräddarsys för sin specifika plats blir det urbana landskapet mer mångfacetterat. De relativt nya metoderna för att hantera dagvatten bör vara både funktionella och vackra för att bemöta tidigare rådande uppfattningar om hur dagvattenhantering i en stad ska fungera (Liptan, 2017).

Utforma ur ett skötselperspektiv för att hålla dagvattenlösningar fungerande på ett resurseffektivt vis. Även om öppna dagvattenlösningar överträffar ledningssystem med flera associerade fördelar till en lägre kostnad är det viktigt att det finns en drift- och underhållsplan som rymmer dagvattensystemets alla komponenter. Det finns ett par saker att ha i åtanke vid utformandet av öppna dagvattenlösningar för att göra drift- och underhållsarbetet så effektivt som möjligt. För att undvika konstgjord bevattning som är kostsam, tidskrävande och slösar på värdefulla vattenresurser, är det viktigt att lösningar utformas på ett vis som möjliggör en naturlig spridning av dagvattnet. Vid nyetablering av växter kan det fortfarande vara nödvändigt med tillfällig bevattning. I de flesta öppna dagvattenlösningar kommer växterna bara att svämmas över temporärt. Genom att använda inhemska växter samt växter som är torktåliga går det att skapa mer självgående system som kräver färre ingripanden. För att ytterligare säkerställa en god funktion är det viktigt att förstå de öppna dagvattensystemen som något som förändras över årstiderna. Detta medför att underhållsarbetet kommer se annorlunda ut under olika tider på året.

Var medveten om att dagvattenhantering i urbana miljöer är ett arbetsområde under ständig förändring och förnyelse. Lösningar som tidigare inte accepterats kan komma att bli praxis i framtiden. I en föränderlig värld som kräver nya typer av lösningar är det inte helt ovanligt att gissningar tas för sanningar. När det inte finns något faktablad är det viktigt att vara medveten om detta och samtidigt vara tillfreds med att många antaganden om vad som är det bästa ofta saknar vetenskaplig **backning**. Ofta finns det inget färdigt recept för vad som är en bra lösning. Därför är det bättre att hämta material och naturliga system från sin omgivning snarare än att förlita sig på färdiga produkter.



3.2 Dagvattenhantering i Malmö

Till följd av att Malmös vattendrag och recipienter idag är hårt belastade samtidigt som det i stadskärnan fortfarande finns kombinerade ledningssystem med otillräcklig kapacitet har man i staden skärpt kraven på fördröjning och rening av dagvatten. Som en del i arbetet med att försöka begränsa negativa effekter med avledning av dagvatten har de tekniska förvaltningarna i Malmö tagit fram en rad strategiska dokument. De ska fungera som underlag för politiker, tjänstemän och exploitörer i frågor som rör omhändertagande av dagvatten (Malmö stad, 2008).

3.2.1 Grundprinciper för dagvattenhantering i Malmö

År 2000 togs dokumentet *Dagvattenpolicy för Malmö* fram för att påvisa vikten av att i staden arbeta med uppsamling och avledning av dagvatten från planlagda områden. I rapporten deklarerar man i Malmö sedan slutet av 1980-talet strävat efter att jobba med mer ekologiska och kretsloppsanpassade lösningar för omhändertagande av dagvatten. Som ett svar på de mer konventionella metoder där man tidigare fokuserade på att leda bort stora mängder vatten snabbt från stadsbebyggelsen har man i dokumentet lagt fram en rad olika grundprinciper för dagvattenhanteringen i Malmö (Malmö stad, 2000).

- Den naturliga vattenbalansen ska inte påverkas negativt av stadsbebyggelsen
- Tillförseln av föroreningar till dagvattensystemet ska begränsas så långt som möjligt
- Dagvattensystemet ska utformas så att man undviker skadliga uppdämningar vid kraftiga regn

- Dagvattensystemet ska utformas så att en så stor del av föroreningarna som möjligt kan avskiljas under vattnets väg till recipienten
- Dagvattnet ska utnyttjas som en positiv resurs i stadsbyggandet

Man vill arbeta med tekniska lösningar som tar hänsyn till att kunna hantera stora volymer vatten samtidigt som belastningsgraden av föroreningar begränsas för recipienter. Lösningarna ska också gestaltas på ett sådant vis att de anpassas till stadsmiljön samt går att nyttjas av stadens invånare i rekreationsändamål. Vidare så ska utformningen av dagvattenlösningar bidra till den biologiska mångfalden samt verka för en ökad förståelse för det naturliga kretsloppet (Malmö stad, 2000).

Vid befintliga bebyggelseområden i Malmös innerstad är ytavrinning till överbelastade kombinerade system ett reellt problem. Eftersom dagvatten från urbaniserade områden ofta är förorenat skulle en ombyggnation av kombinerade system till duplikata inte bara innebära stora kostnader utan också leda till en ökad belastning av föroreningar för recipienten. För att minska problemet med överbelastade ledningssystem vid befintlig bebyggelse har man tagit fram följande grundprinciper (Malmö stad, 2000).

- Ingen systematisk omläggning sker av kombinerade avloppssystem till duplikatsystem
- Dagvatten från ytterområdena i Malmö avleds direkt till recipient
- Inom områden med kombinerat avloppssystem bör icke hårdgjorda ytor bevaras så långt som möjligt
- Punktåtgärder sätts in för att minska tillförseln av dagvatten till ledningssystemet
- Överbelastade ledningssystem kompletteras med olika former av fördröjningsmagasin

För avledning av dagvatten från gator och vägar är det särskilt viktigt att skydda recipienten från bland annat de tungmetaller, oljerester och partiklar från bildäck som annars sköljs med vid ytavrinningen. Därför vill man arbeta med lösningar som fördröjer såväl som renar dagvattnet innan det leds till en recipient enligt följande principer (Malmö stad, 2000).

- Vid nyanläggning av hårt trafikerade gator och vägar skall dagvattensystemet utformas så att föroreningar i vattnet kan avskiljas
- Avrinnande trafikdagvatten skall om möjligt fördröjas genom användandet av öppna avledningssystem
- Avledningssystemet för dagvatten bör anordnas så att skadeverkningarna vid miljöolyckor begränsas
- Gatuunderhållet bör inriktas mot att begränsa dagvattnets föroreningsinnehåll

3.2.2 Dagvattenstrategi för Malmö

Som ett komplement till Dagvattenpolicy för Malmö färdigställde man år 2008 ett fördjupande dokument i *Dagvattenstrategi för Malmö*. Förutom att verka för att tydliggöra ansvarsområden för de olika tekniska förvaltningarna i dagvattenfrågor lägger man i dokumentet bland annat fram metoder för klassificering av dagvatten och recipienter (Malmö stad, 2008).

Den metod som Malmö stad använder sig av för att klassificera dagvatten har tagits fram av Stockholm stad och presenteras i *Dagvattenstrategi för Stockholm stad (2002)*. Dagvattnet klassificeras efter vilken typ av avrinningsområde det kommer ifrån och delas in i tre grupper beroende på innehåll av föroreningar samt risk för negativa biologiska effekter. Klassificeringen bygger på de fem klasser som finns i *Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet: Sjöar och vattendrag. Rapport 4913*. Här har de tre lägsta klasserna förts samman till en (Malmö stad, 2008).

Dagvattenklassificering

| Markanvändning | Förorenings-halter | Reningsbehov | | Typ av rening |
|--|--------------------------|--------------|-----|--|
| | | Ja | Nej | |
| Innerstaden | | | | |
| Stenstadens bostads- och arbetsområden inkl.lokalgator | Måttliga | x | x | Grönytor |
| Ytterstaden | | | | |
| Bostadsområden (flerfamiljshus) och arbets-områden inkl.lokalgator | Låga-Måttliga | x | x | Grönytor |
| Småhusområden inkl.lokalgator | Låga | | x | - |
| Inner- och Ytterstad | | | | |
| Större parkeringsanläggningar och terminalområden | Måttliga-Höga | x | | Svackdiken, grönytor, dam-mar, avskiljare |
| Industrifastigheter med miljöfarlig verksamhet | Beroende på verksamheten | x | | Svackdiken, grönytor, dam-mar, avskiljare |
| Allmän mark | | | | |
| Lokaligator< 8000 fordon/dygn | Låga | | x | - |
| Vägar med 8000 - 15000 fordon/dygn | Låga-måttliga | | x | |
| Trafikleder med 15000 -30000 fordon/dygn | Måttlig - Höga | x | | Svackdiken, dammar, filter-vallar, översil-ningar. |
| Trafikleder med > 30000 fordon/ dygn | Höga | x | | Svackdiken, dammar, filter-vallar, översil-ningar. |
| Parker, naturmark m m | Låga | | x | - |

Figur 4. I Malmö använder man en metod för att klassificera dagvatten efter typer av avrinningsområde. Hårt trafikerade vägar i innerstaden bedöms ha högst föroreningshalter (Malmö stad, 2008).

I Malmö finns en stor variation av recipienter som tar emot dagvatten - rinnande vatten, stillastående vatten, infiltration direkt på mark samt Öresund och Malmös reningsverk. Klassificeringen ska avgöra vilka recipienter som kan ta emot dagvatten och redogöra för vilken föroreningsgrad respektive recipient kan klara av. För att klassificera stadens recipienter har man undersökt hur mycket flöde, närsalter och föroreningar recipienterna kan ta emot beroende på dess speciella förutsättningar. Recipientens känslighet har sedan delats in i tre klasser där klass 1 är känsligast och klass 3 är minst känsligt (Malmö stad, 2008).

| Beskrivning av klassificeringsunderlag | |
|---|---|
| Klass | Kriterium |
| Flöde 1 Mycket känslig för ökad vattenföring | Djupa, raka diken/bäckar med branta kanter, små grunda dammar. |
| Flöde 2 Känslig för ökad vattenföring | Grunda diken med rotfilt, våtmarker, större/djupare dammar, större vattendrag. |
| Flöde 3 Mindre känslig för ökad vattenföring | Vatten med stensatta kanter, områden med kraftig grässvål (översilningsmarker, svalldiken). |
| Närsalt 1 Mycket känslig för närsalter | Dammar utan vegetationsskörd eller sedimentfällor. |
| Närsalt 2 Känslig för närsalter | Dammar med skörd och/eller sedimentfällor, våtmarker, bäckar och diken där dagvatten utgör en större del (>10%). |
| Närsalt 3 Mindre känslig för närsalter | Bäckar, diken från områden med intensivt jordbruk där dagvatten utgör en mindre del (<10%). |
| Förorening 1 Mycket känslig för föroreningar | Vatten där det finns eller har funnits känsliga/rödlistade arter t ex grönling, öring, vatten med förhöjda föroreningar. |
| Förorening 2 Känslig för föroreningar | Vatten som saknar rödlistade/känsliga arter, vatten byggda för att ta hand om dagvatten men där andra aspekter, t ex rekreation är viktiga. |
| Förorening 3 Mindre känslig för föroreningar | Vatten byggda enbart för att ta hand om föroreningar. |

Figur 5. Recipienter bedöms ha olika känslighet för ökad vattenföring, närsalter och föroreningar beroende på deras beskaffenhet (Malmö stad, 2008).

| RECIPIENT | Flöde | Närsalter | Föroreningar | Förslag på åtgärd |
|----------------------------|-------|-----------|--------------|--|
| Dammar | | | | |
| Pildammen stora | 2 | 1 | 1 | Känsligt område endast rent dagvatten. |
| Västra Öresunds-dammen | 2 | 1 | 2 | Sedimentationsfällor, skörd av vegetation. |
| Dammar Västkustvägen | 2 | 1 | 2 | Sedimentationsfällor, skörd av vegetation. |
| Beijersparks-dammen | 2 | 1 | 2 | Sedimentationsfällor, skörd av vegetation. |
| Ögårdsdammen | 2 | 1 | 2 | Sedimentationsfällor, skörd av vegetation. |
| Damm Lundiusgatan | 2 | 1 | 2 | Sedimentationsfällor, skörd av vegetation. |
| Blekeparks-dammarna | 2 | 1 | 2 | Sedimentationsfällor, skörd av vegetation. |
| Dammar Tingdammsskolan | 2 | 1 | 2 | Sedimentationsfällor, skörd av vegetation. |
| Gamla och Nya Svängedammen | 2 | 1 | 1 | Vattentäktsområde, endast rent dagvatten. |

Figur 6. Alla recipienter i Malmö har bedömts utifrån klassificeringssystemet. Dammen i Pildammsparken är ett känsligt område där endast rent dagvatten släpps ut (Malmö stad, 2008).

3.2.3 Skyfallsplan för Malmö

Den 31 augusti 2014 föll det värsta skyfall som någonsin drabbat Skåne och Malmö i synnerhet. Över delar av staden föll det 120 millimeter regn på 6 timmar, en vattenmängd som befintliga dagvattensystem inte kunde omhänderta vilket resulterade i kraftiga översvämningar. Efter skyfallet år 2014 har Malmö stad tagit fram dokumentet Skyfallsplan för Malmö (2017). I dokumentet lägger man fram mål och strategier gällande hur man ska planera för och hantera nederbörds mängder som inte kan omhändertas av befintliga dagvattenförande system och som innebär en risk för liv, störningar för den samhällsliga funktionaliteten eller stora materiella- och miljömässiga skador (Malmö stad, 2017).

De befintliga dagvattensystemen har hittills utformats för att hantera regn enligt branschstandard och nationella riktlinjer. I nuläget finns det ingen standard för hur stora skyfall en stad ska ha beredskap för. Fram tills att en tydlig standard tas fram genom till exempel lagstiftning ska Malmö anpassas för att kunna hantera ett 100-årsregn eftersom:

- 100-års regn-nivån är en påbörjad praxis i många andra städer/länder
 - Länsstyrelsen i Skåne rekommenderar, i Klimatanpassad vattenplanering i Skåne, 2012, att samhällsviktig verksamhet ska planeras för att klara ett 100-årsregn
 - Svenskt vatten rekommenderar, i den senaste dimensionsskriften P110, 100-årsregn som en lägsta säkerhetsnivå vid ny bebyggelse
 - Områden som planeras för att hantera ett 100-årsregn utan översvämningar kommer att kunna hantera även större regnmängder utan katastrofala följder genom en genomtänkt strategi för höjdsättning
- (Malmö stad, 2017)

Skyfallslösningar skiljer sig åt beroende på var i ett system de hamnar och vad de har för syfte. Översvämningsytor och skyfallsvägar är storskaliga åtgärder som bör utredas och dimensioneras utifrån kraftigare regn än 100-årsregn. Likaså ska områden för samhällsviktig verksamhet, topografiska lågpunkter samt byggnader med bostäder eller verksamhet i källarplan anpassas för kraftigare regn. (Malmö stad, 2017).

4 John Ericssons väg i Malmö

4.1 Historisk bakgrund

Staden Malmö är belägen på mark som långt in på 1700-talet i mångt och mycket utgjordes av saltängar och åkermark. Där vi idag finner Slottsparken och Rörsjöstaden låg det på den tiden två stora sjöar och mitt emellan dem rann Korrebäcken. Bäckens flöt från källor i söder om det område vi idag kallar Kulladal fram över nutida Dalaplan, sjukhusområdet och pildammarna för att slutligen mynna ut i Öresund. Den mest kustnära marken var sank och ogästvänlig för att några kilometer inåt landet växla över i den fetare lerjord som Skåne är välkänt för. Runt år 1700 var hela marken runt Möllevången, Pildammsparken och områdena runt Slottsstaden och Fridhemstorget åkermark (Rosborn, 2002).

Pildammsparken står kvar som ett minne från den Baltiska utställningen som hölls i Malmö år 1914. Parken har växt fram successivt sedan dess samtidigt som delar av det vi idag kallar Pildammsparken har sitt ursprung långt innan förra sekelskiftet. Redan under mitten av 1100-talet fanns det en bondby belägen i området. Byn som idag betraktas som det ursprungliga Malmö låg på en sandbank och alldeles i närheten flöt korrebäcken fram. Bäckens dämades upp för att bilda en grund sjö något norr om den nuvarande Pildammen. Efter hand som staden växte runt om den gamla byn kunde man under medeltiden tala om ett övre- och nedre Malmö. Invånarna i den högre belägna stadsdelen hämtade sitt vatten från den uppdämda korrebäcken medan man i det nedre Malmö fick sitt vatten från grävda brunnar. Under 1500-talet anlades kanaler runt om Malmö vilket dränerade stadens brunnar. Den minskade tillgången på dricksvatten ledde till att man anlade en brunn på Stortorget till vilken vatten leddes genom urborrade trästockar från uppdämningen. Fallhöjden på ungefär fyra meter mellan dammen och brunnen på Stortorget var tillräckligt för att man skulle slippa pumpa vattnet. I takt med att staden växte ökade också behovet av vatten och år 1674 beslutade man att anlägga ett större magasin längs med Korrebäcken. Dammen som byggdes låg till grund för det vi idag kallar Pildammarna. Under mitten av 1800-talet tillkom en ny, mindre damm alldeles intill den befintliga och med hjälp av ett litet vattentorn skulle dammarna förse staden med vatten. Staden fortsatte att växa kraftigt och under varma somrar kunde Korrebäcken torka ut. Därför bestämde man sig för att uppföra ett nytt vattenverk vid Bulltofta. Vatten hämtades från Sege å samt Bulltoftabäcken och pumpades till ett nybyggt vattentorn i stadens östra stadsdel Kirseberg. Det lilla vattentornet vid pildammarna ersattes av ett nytt och större torn som stod klart år 1904.

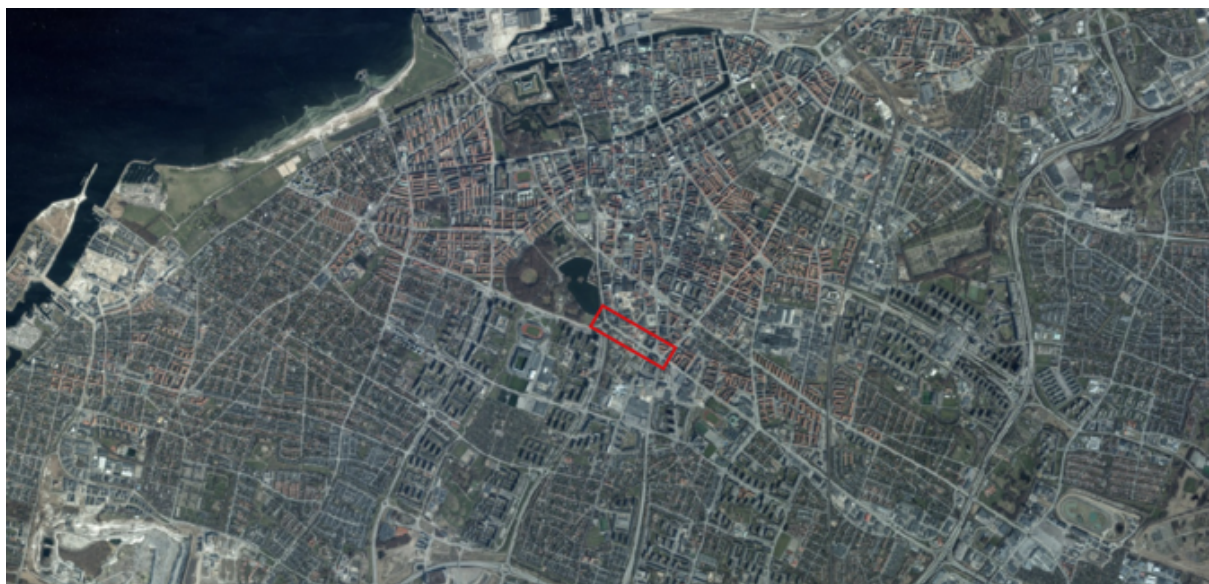


Tornets vatten- och tryckkapacitet räckte emellertid inte till för den kraftigt växande staden och det togs därför ur bruk redan tretton år senare för att ersättas av ett nytt vattentorn vid Södervärn. När Malmö var värdstad för Baltiska utställningen byggdes Pildammsparken upp runt om dammarna och vattentornet som fått stå kvar sedan dess (Horde, 2013).

forna vattendrag och deras flödesriktning skvallrar om landets topografi och kan berätta mycket om hur och varför staden är formad som den är. De gamla dikesföretag som på tiden då man odlade marken i Malmö användes för att dränera och avvattna går fortfarande att urskönja i höjdskillnader genom staden (Malmö stad, 2018).



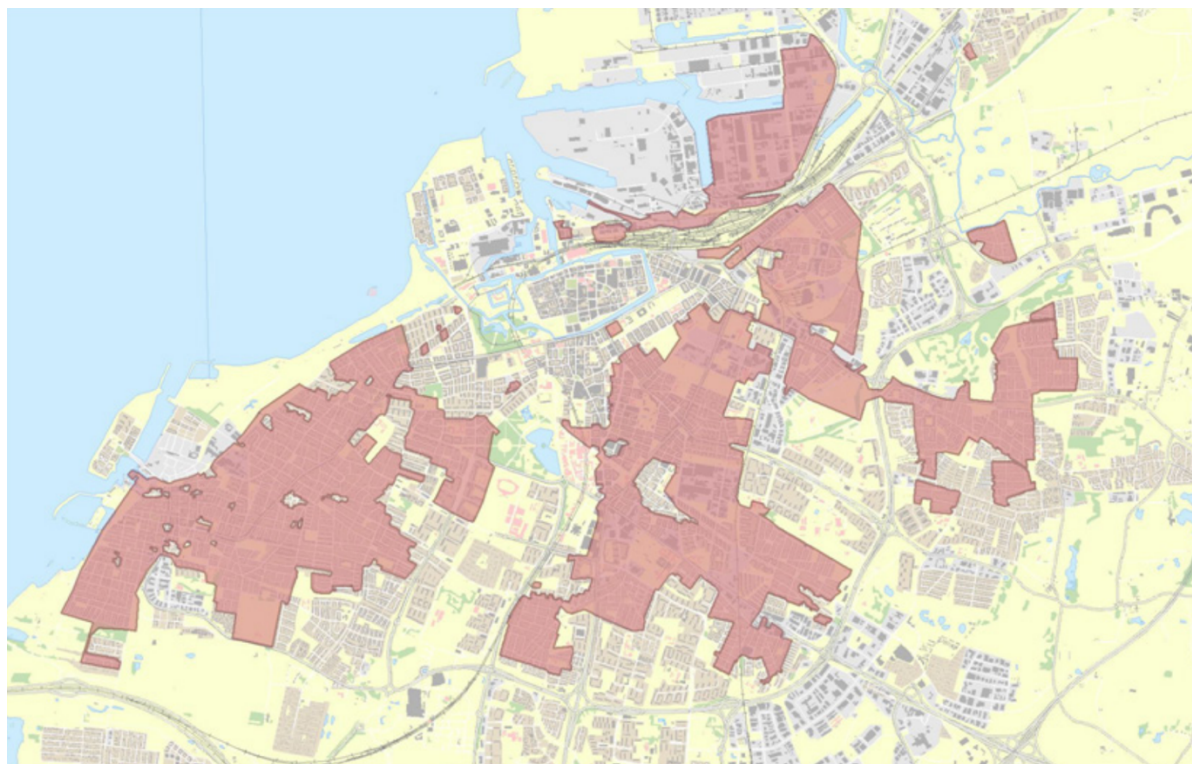
4.2 Val av projektplats



Figur 7. John Ericssons väg är belägen mitt i centrala Malmö alldeles intill Pildammsparken och sjukhusområdet.

Valet av John Ericssons väg som projektplats görs utifrån gatans placering i staden. Pär Svensson, vattenstrateg på Fastighets- och gatukontoret i Malmö, har arbetat med att bland annat kartlägga riskområden i samband med skyfall. Han berättar i ett samtal i anknytning med denna uppsats att situationen efter skyfallet år 2014 var sådan att sjukhusområdet strax norr om John Ericssons väg drabbades av svåra översvämningar. Vatten svämmade in i källare från överfulla ledningssystem och översvämmande gator runt om kvarteret begränsade framkomligheten till sjukhusets olika lokaler. Att funktionaliteten vid den här platsen upprätthålls även vid extrema situationer är en angelägenhet för staden såväl som hela regionen.

För att undvika framtida översvämningar vid skyfall är de omkringliggande kvarteren i behov av avlastande åtgärder.

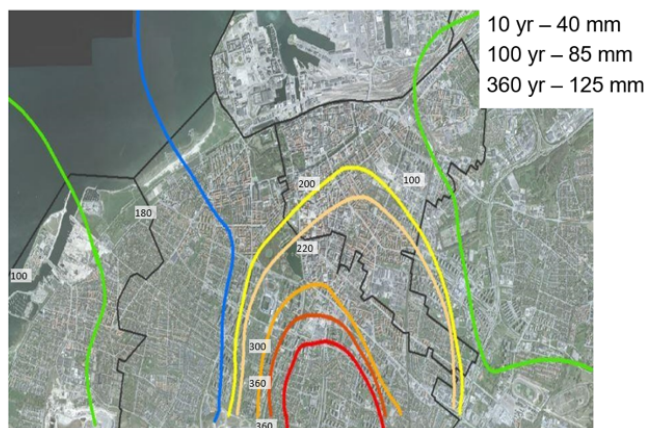


Figur 8. Stora delar av de äldre centrala områden i Malmö omfattas av kombinerade ledningssystem (Malmö stad, 2017).

Avledning av dagvatten vid häftiga regn kan leda till olägenheter för miljön och för Malmös invånare även utan att det visar sig på markytan. Källaröversvämningar är det mest uppmärksammade problemet. Här utgör det kombinerade avloppssystemet i Malmö en riskkonstruktion med avseende på källaröversvämningar. Kombinerade avloppsledningar är normalt dimensionerade för att klara regn med två eller fem års återkomsttid. Vid kraftiga regn kan ledningskapaciteten överskridas och uppdämning sker då i systemet. Dessa uppdämningar kan leda till källaröversvämningar.

Sjukhusområdet ligger nedströms i ett stort avrinningsområde söder om John Ericssons väg. Regnet år 2014 föll inte jämnt fördelat över staden. Vid John Ericssons väg föll ett motsvarande 300-års regn och längre upp i avrinningsområdet föll vad som motsvarar ett 360-årsregn. Sjukhusområdet ligger omringat av höjdryggar i en topografisk lågpunkt vilket innebär att dagvatten som rinner in i området stängs in.

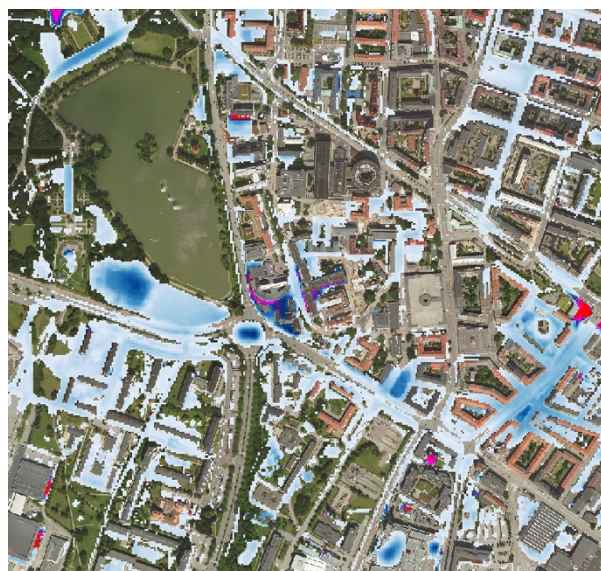
Malmö 14-08-31



Figur 9. Illustrationen visar hur regnet år 2014 bedöms ha fallit ojämnt över staden (Malmö stad, 2017).



Figur 10. Illustrationen visar en simulering av ansamlingspunkter vid regnet år 2014. De mörkaste fälten motsvarar ett vattendjup på 1 meter.



Figur 11. Illustrationen visar en simulering av ansamlingspunkter vid ett 500-års regn. De röda fälten motsvarar ett vattendjup på 2 meter.

Pildammarna fylls i dagsläget kontinuerligt med rent dricksvatten. För att skydda djur- och växtliv lägger Malmö stad ner stora resurser på att hålla nere föroreningshalter i dammarna. Pär Svensson lyfter frågan om det skulle vara möjligt att använda den stora dammen i Pildammsparken som en recipient. Med tanke på att sommarhalvåret beräknas bli allt torrare samtidigt som återkomsttiden för stora skyfall väntas öka vore det intressant att titta på om det finns lösningar som i en skyfallsanpassning kan rena och fördröja dagvattnet på ett adekvat vis.

4.3 Gatans utformning och förutsättningar

John Ericssons väg är belägen i centrala Malmö och sträcker sig från Dalaplan i sydost till Erikslustvägen i nordväst. Den del av vägen som är aktuell för analys i det här arbetet sträcker sig från Dalaplan till korsningen John Ericssons väg/Pildammsvägen, alldeles intill Pildammsparken. Längs med sträckan korsar John Ericssons väg två större vägar, Södra förstadsgatan/Per Albin Hanssons väg samt Inga Marie Nilssons gata/Cronquists gata.



Figur 12. John Ericssons väg i Malmö är en hårt trafikerad gata som består av hårdgjorda ytor utan någon grönska på den allmänna platsmarken.

verksamheter på ömse sidor av gatan. Längs hela gatan är inslagen av grönska förhållandevis lågt och man får se sig om vid de intilliggande små gatorna för att se planteringar, träd och grönytor. Markbeläggningen på gatan är genomgående asfalt och varierar på trottoarerna mellan gatsten, asfalt, betongplattor och trottoarklinker. Samtliga beläggningar har liten eller mycket liten infiltrationsförmåga.

Vid Dalaplan består vägen av åtta körfält med en smal refug av smågatsten i mitten. På den södra sidan av vägen samsas cyklister och fotgängare om ytan med separat gång- och cykelbana av trottoarklinker respektive asfalt. Genom en gångtunnel tar man sig under gatan till torget på andra sidan vägen där det förutom ett antal parkeringsplatser och trottoarer står en handfull äldre kastanjetråd. Runt om Dalaplan kantas John Ericssons väg av bostadshus med affärslokaler vid markplan.

Längre åt nordväst kommer man till en fyrvägs korsning där John Ericssons väg korsar södra förstadsgatan/Per Albin Hanssons väg. Korsningen är hårt trafikerad av såväl lättare bilar som

lastbilar och kollektivtrafik. Korsningen har övergångsställe för både fotgängare och cyklister i västlig och nordlig riktning. Gång- och cykelbanan letar sig över korsningen på den södra sidan av vägen men övergår här i att bestå av betongplattor respektive asfalt. Här finns söder om vägen en gröning på vilken det står tre äldre kastanjetråd. Bortom gröningen finns det en stor parkeringsplats. Vägen övergår här till att bestå av fem körfält med en avskiljande refug av samma material och dimension som den vid Dalaplan. På andra sidan gatan står ett bostadshus framför vilket en gång- och cykelbana av betongmarksten respektive asfalt sträcker sig.

Vid nästa fyrvägs korsning som är den där John Ericssons väg korsar Inga Marie Nilssons gata/Cronquists gata börjar man se sjukhusområdet breda ut sig norr om gatan, med nybyggnation av den nya samordningscentralen närmast i blickfång. Längs med den södra sidan av vägen finns en sjukhuskyrka samt en förskola. Här upplevs ett något smalare gaturum med en väg om fyra körfält som delas i mitten av en refug. Även här kantas gatan på båda sidor av separat gång- och cykelbana av betongplattor respektive asfalt. Grönskan börjar bli mer påtaglig med fler träd- och buskplanteringar vid de intilliggande tomterna. Väl framme vid den cirkulationsplats som förenar John Ericssons väg med Pildammsvägen öppnas gaturummet upp med gräs-, träd och buskplanteringar i ytorna mellan väg och bebyggelse. Cirkulationsplatsen utgörs av en stor, kraftigt nedsänkt grönyta med stora äldre träd planterade i.

Längs med hela vägen är gatan avvattnad med hjälp av rännstensbrunnar. Gatan är bomberad vilket betyder att det finns en höjdrygg i mitten och avrinningen går ut längs med sidorna.

5 Skyfallsanpassning av John Ericssons väg

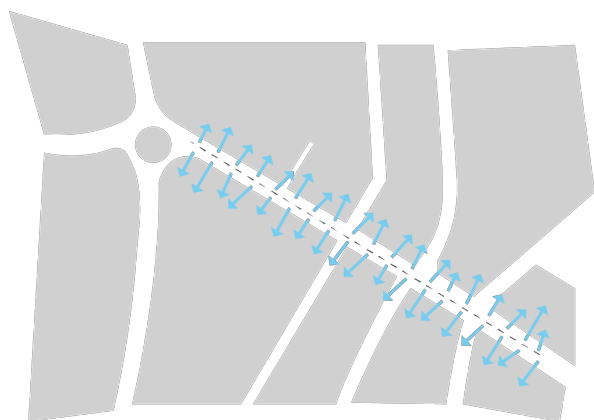
Vid en anpassning av John Ericssons väg blir det först och främst viktigt att ta ställning till vilket trafikslag, om något, som ska samsas om utrymmet för de nya öppna dagvattenlösningarna. Trafikslagen och dess ytor ger olika givna ramar inom vilka det bestäms hur stor vattenkapacitet lösningarna kan ha, vilka mervärden som kan skapas och var dagvattnet kan styras. Eftersom att hela den sammantagna ytan är hårdgjord kommer det bli nödvändigt att laborera med genomsläppliga beläggningar, höjdsättning för att möjliggöra önskade flöden eller andra fördröjande åtgärder. Utgångspunkten är att följa den befintliga topografin som möjliggör skapandet av ett riktat flöde mot Pildammsparken.

5.1 John Ericssons väg som dagvattenstråk – ett förslag för skyfallsanpassning

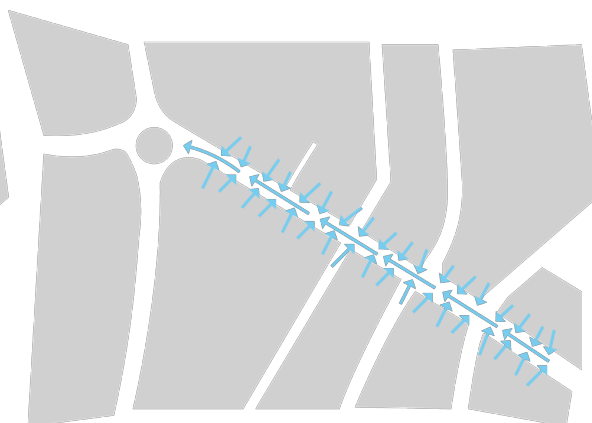
Den yta som skulle erbjuda absolut störst flödeskapacitet och magasinerande volym är den asfalterade bilvägen. För att kunna utnyttja hela ytan i ett dagvattensystem är det intressant att se över höjdsättning, markbeläggningar och huruvida det är möjligt att inkorporera dagvattenlösningar med fördröjande och renande funktion i ett sammanlänkat system längs med hela vägen.

Eftersom vägen i nuläget är bomberad, det vill säga att avrinningen sker ut längs med sidorna, utgör hela John Ericssons väg en märkbar höjdrygg som fungerar som ytvattendelare mot sydväst och nordost. Höjdryggar som denna är en stor anledning till att det bildas ansamlingar vid skyfall. Hela sjukhusområdet norr om John Ericssons väg ligger idag i en lågpunkt där dagvatten blir instängt vid översvämningar. Vägens utformning omöjliggör i nuläget också magasinering av större volymer vatten då allt dagvatten leds till brunnar.

En åtgärd för att inpassa vattnet i landskapet och för att möjliggöra att dagvatten kan flöda i önskad riktning är en ombyggnation av vägen så att det uppstår en lågpunkt istället för höjdrygg längs med refugen i mitten. Enligt samma princip som ett svackdike skulle då John Ericssons väg fungera som ett stort vattenstråk och avlasta omkringliggande bebyggelse och infrastruktur vid stora skyfall.



Figur 13. Gatans nuvarande utformning gör det svårt att inpassa och leda vattnet genom landskapet. Den befintliga höjdryggen bidrar också till att skapa instängda områden i de omkringliggande kvarteren.



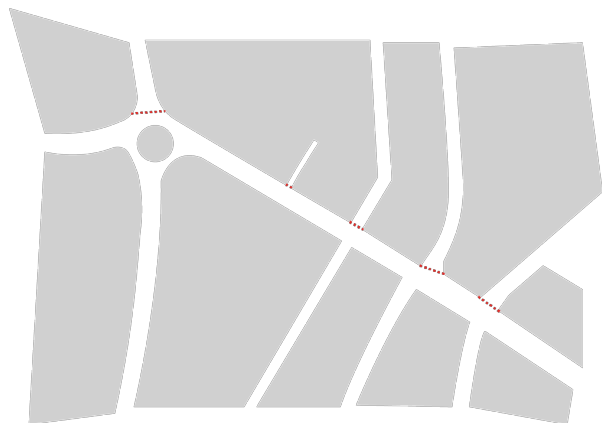
Figur 14. Genom en ombyggnation av John Ericssons väg kan gatan användas som översvämningsyta och skyfallsväg såväl som trafikled. Med en noggrann höjdsättning kan den befintliga topografin nyttjas för att leda dagvattnet vidare bort från sjukhusområdet.

För att en sådan ombyggnation ska ha så stor verkan som möjligt på mängden dagvatten som kan omhändertas är det viktigt att vara mycket noggrann vid projekteringen. Höjdsättningen

måste möjliggöra för vattnet att rinna in mot mitten av vägen längs med hela sträckan. Samtidigt finns det regler för vilka maxlutningar som får förekomma utmed trafikerade vägar. När höjdsättningen över gatan är sådan att en avrinning säkerställs vidare nedströms i avrinningskedjan finns möjligheten att anordna igensättning av brunnar längs med gatan.

För att öka vägens vattenhållande kapacitet samt säkerställa att dagvatten inte rinner över omkringliggande ytor finns det möjlighet att skapa barriärer med hjälp av materialövergångar. Genom att anlägga högre kantstöd mellan den trafikerade vägen och gång- och cykelväg kan vägens vattenhållande kapacitet ytterligare förbättras. Samtidigt finns det lägen längs med John Ericssons väg där körfälten måste vara fria från materialövergångar och plötsliga höjdskillnader.

De två korsningar som vägen passerar presenterar ett problem för avledningen av dagvatten i att det där inte kan finnas några barriärer av kantsten eller andra plötsliga höjdskillnader. Vid Vanåsgatan i Malmö har man löst problemet med att styra dagvatten över en trafikerad väg med hjälp av farthinder i form av förhöjda partier. En sådan lösning skulle kunna användas på John Ericssons väg i längsgående riktning och ut mot vägar i nordöst för att förhindra att dagvattnet rinner till sjukhusområdet.

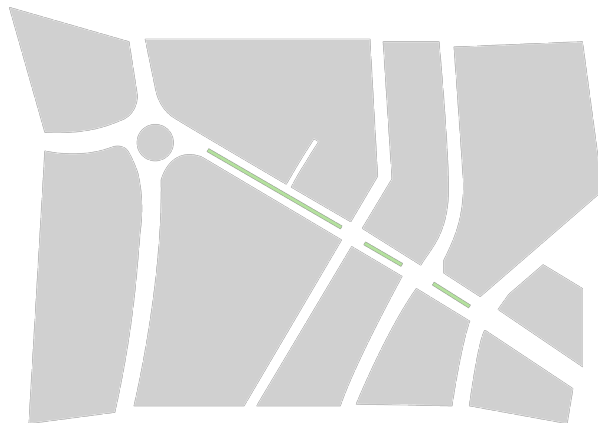


Figur 15. Illustrationen visar var eventuella barriärer i form av farthinder ska placeras vid en ombyggnation av John Ericssons väg.



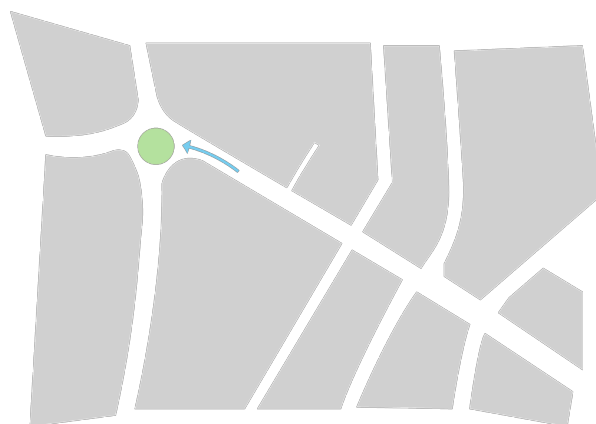
Figur 16. Vid Vanåsgatan i Malmö har man använt farthinder för att leda dagvatten över en gata. En positiv effekt av denna lösning är att trafiken saktas ner (Stahre, 2008).

För att säkerställa att vatten inte blir stående i den nya lågpunkten i mitten av vägen samt för att introducera en fördröjande och renande funktion till systemet är det intressant att titta på hur ytan där det i dagsläget finns en refug skulle kunna utnyttjas. Längs med hela John Ericssons väg skulle regnbäddar, planteringar och trädgropar med fördel kunna anläggas i ett sammanlänkat system. Förslaget är att vid en ombyggnation anlägga mitten av gatan ovanpå ett luftigt förstärkningslager. Vid de ytor där inga körfält korsar varandra, där refugen är idag, anläggs ytliga konstruktioner med vegetation. I korsningar och på de ytor som måste hållas fria anläggs ett slitlager av genomsläpplig asfalt genom vilket vatten kan infiltrera, fördröjas och utnyttjas genom hela systemet.



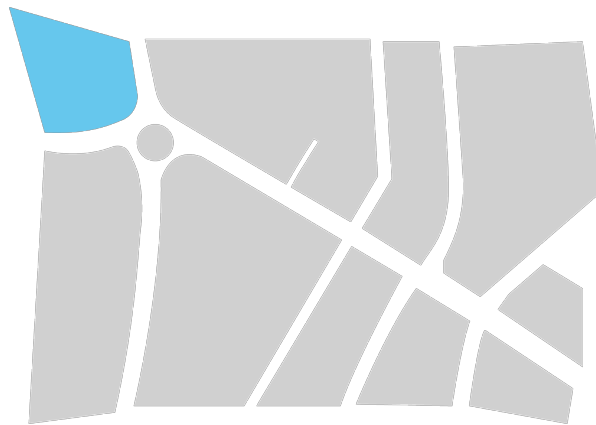
Figur 17. För att John Ericssons väg inte endast ska utgöra en skyfallsväg som orsakar stora flöden vid skyfall är det nödvändigt att introducera en fördröjande och renande funktion. Lösningen erbjuder ett nytt inslag av grönska i gaturummet och verkar samtidigt för att fördröja och rena dagvattnet.

Den stora grönytan mitt i cirkulationsplatsen presenterar en möjlighet att ytterligare fördröja dagvatten. Det vatten som vid stora skyfall inte kan infiltrera och fördröjas i de ytliga öppna dagvattenlösningarna på John Ericssons väg leds in till cirkulationsplatsen som blir en stor översvämningssyta. För att spara de stora träd som finns på platsen görs ingen ombyggnation. Istället används befintliga jordlager för att fördröja och filtrera dagvattnet. Denna lösning kräver att en utredning görs för befintliga markförhållanden samt ytans faktiska kapacitet. Även här är det viktigt att jobba med höjdsättning, materialövergångar och barriärer för att leda vattnet till översvämningssytan.



Figur 18. Det är nödvändigt med en översvämningssyta i slutet av avrinningskedjan. Det vatten som inte kan fördröjas längre upp i dagvattensystemet samlas här istället för att belasta omkringliggande kvarter.

Det vatten som fördröjts och renats genom den föreslagna skyfallsanpassningen av John Ericssons väg kan släppas ut i Pildammen som recipient genom dränering från de olika öppna dagvattenlösningarna. På grund av recipientens klassificering som extra känslig bör inget dagvatten släppas ut i dammen orenat genom ytavrinning eller bräddavlopp.



Figur 19. För att dammen ska kunna användas som recipient krävs det att föroreningar avskiljs från dagvattnet på ett tillräckligt vis.

5.2 Skyfallsanpassning av John Ericssons väg utifrån Liptans grundprinciper

Den föreslagna skyfallsanpassningen fokuserar främst på att inpassa och låta dagvattnet flöda genom landskapet. I en analys av möjligheten att använda John Ericssons väg i ett system med öppna dagvattenlösningar blir det snabbt tydligt att här är en yta vars enda funktion är att bistå olika trafikslag med utrymme i staden. Till följd av detta har ytans topografi och konstruktion utformats så att vatten ska ledas bort så snabbt som möjligt. När situationen är sådan att detta inte är möjligt framstår det som ett bättre alternativ att tillföra funktioner till platsen och inpassa vattnet i landskapet.

Som tagits upp i detta arbete finns det en rad olika metoder för att omhänderta dagvatten på ett hållbart sätt. Det finns sällan en given lösning som lämpar sig bäst för en specifik plats. John Ericssons väg saknar helt ytor som kan omhänderta dagvatten och en skyfallsanpassning blir därför väldigt omfattande. I valet av dagvattenlösningar för platsen har bevarande av ytornas funktion varit i fokus. Utifrån det försöker lösningarna tillföra en balans mellan fördröjning, rening och avledning.

Genom att ta bort höjdryggar och istället anlägga strategiska lågpunkter i landskapet skapas skyfallsvägar och översvämningsytor så att de befintliga dagvattensystemen och omkringliggande områden kan avlastas. Vattnet tillåts flöda genom landskapet och finns kvar som resurs för den vegetation som nu går att introducera i gaturummet.

Förslaget att använda genomsläppliga konstruktioner tillsammans med mycket vegetation är ett steg i att återställa det urbana hydrologiska kretsloppet.

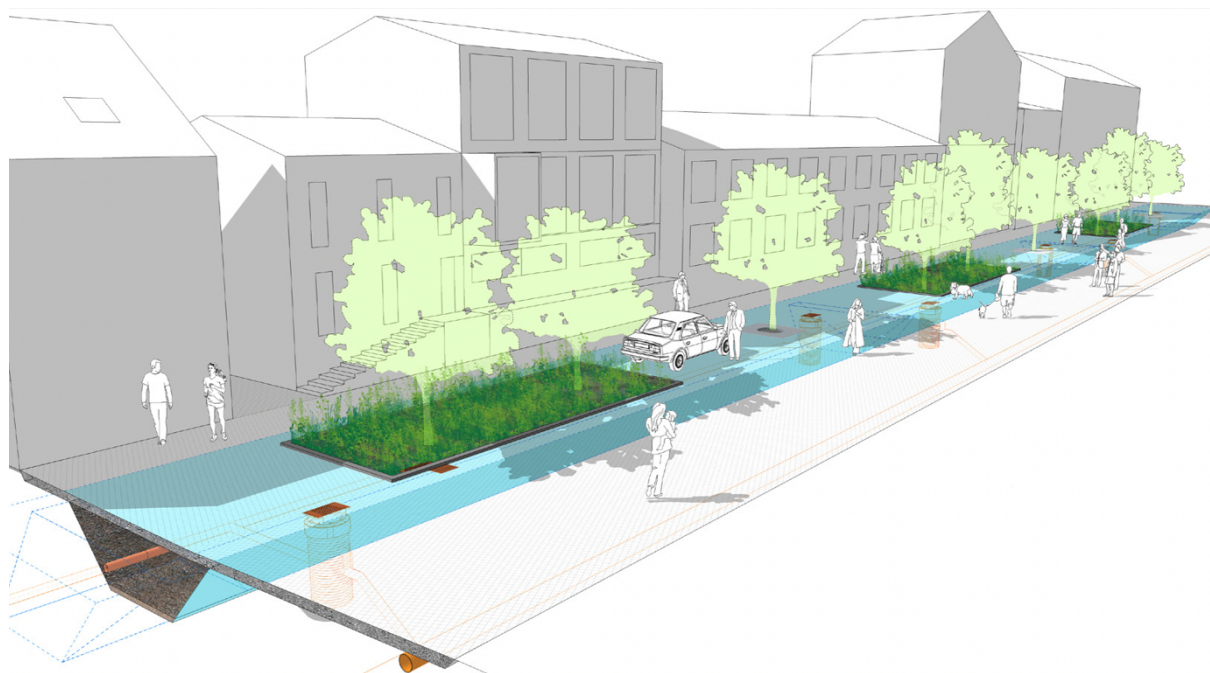
Att introducera vatten och vegetation i gaturummet bjuder på stora positiva effekter i form av ökad biologisk mångfald och ekosystemtjänster. Växter har en klimatreglerande effekt då lövverk dämpar vind och sänker lufttemperaturen genom skuggning och transpiration. Mätningar som gjorts på föroreningshalter i luften vid trafikerade vägar visar att halterna är mycket lägre inne bland träd och buskar och att växter har en bullerdämpande effekt på frekvenser som är vanliga i trafiken. Växterna hjälper till att fördröja regnvatten genom interception och evapotranspiration (Andersson-Sköld, Klingberg & Fredriksson, 2017).



För att den föreslagna lösningen ska bli estetiskt tilltalande och samtidigt hålla en god funktion utan **extensiva** skötselresurser krävs det att de ytliga öppna dagvattenlösningarna utformas så att dagvatten kan fördelas jämnt genom systemet samt att dimension, material och växter väljs omsorgsfullt utifrån platsens förutsättningar.



I Uppsala har man vid nybyggnadsprojektet *Rosendal och Östra Sala Backe* arbetat med att i gaturummet implementera dagvattenlösningar i stor skala. Med stöd av de principer för hållbar dagvattenhantering som Liptan (2017) presenterar har man skapat en flexibel infrastruktur för dagvattnet att färdas genom.



Figur 19. Illustrationen ovan visar hur ett flexibelt dagvattensystem som det i Uppsala kan vara uppbyggt. Det blå partiet i bilden visar ett genomgående luftigt förstärkningslager som kan omhänderta dagvatten. Systemet kan kompletteras med öppna dagvattenlösningar på ytan (Gröna fakta, 2018).

Ett luftigt förstärkningslager som beroende på porositet kan rymma stora volymer vatten, ligger till grund för systemet och kan kompletteras med regnbäddar, planteringar, trädgropar och genomsläppliga beläggningar. När vattenvolymererna är sådana att de överstiger de ytliga komponenternas kapacitet leds vattnet till förstärkningslagret där det kan magasineras och utnyttjas av vegetationen. Vattnet leds ner varsomhelst i det luftiga förstärkningslagret, antingen genom systemen på ytan eller genom styrningsbrunnar. Detta säkerställer en jämn vattentillgänglighet för växter i systemet (Tynell & Fridell, 2018).

För att de ytliga systemen ska ha en god funktion är det viktigt att substratet i de växtbärande systemen väljs med omsorg. För att reningsprocessen ska bli effektiv bör substratet ha tillräckligt låg infiltrationskapacitet vilket möjliggör lång kontakttid för mekanisk och biokemisk rening. Samtidigt ska substratet ha tillräckligt hög infiltrationskapacitet för att minska bräddning till andra system och förbättra den fördröjande funktionen. Var för sig har regnbäddar främst en renande funktion (Blecken, 2016). Normalt dimensioneras regnbäddar så att de kan hantera regn med 1–2 års återkomsttid. Detta betyder att 80–90 procent av årsnederbörden kan behandlas utan att bräddas ner i det luftiga förstärkningslagret. System som kombinerar luftiga förstärkningslager med regnbäddar och andra vegetationsytor kan däremot hantera betydligt större volymer. Uppskattningsvis kan 500 m³ dagvatten per hektar fördröjas i ett system som det i Uppsala. Ingående avrinningsflöden på 300 l/s och hektar kan minskas ner till 5 l/s och hektar vid utloppet från det luftiga förstärkningslagret (Tynell & Fridell, 2018).

Reningen i den här typen av system nyttjar en kombination av kemiska, biologiska och fysiska processer för att avlägsna föroreningar i dagvatten. Så mycket som 70–90 procent av föroreningarna kan avskiljas i substratet eller genom upptag av växter. Tungmetaller som bly, koppar och zink är ofta bundna till partiklar och filtreras därför redan i ytskiktet. Näringsämnen och organiska föroreningar i dagvattnet bryts ned och absorberas av mikroorganismer, biokol och växter (Blecken, 2016).

Även om regnbäddar och planteringar i luftiga förstärkningslager främst betraktas som en renande åtgärd är förhoppningen att de i ett sammankopplat system får tillräcklig fördröjande verkan för att avlasta ledningssystemen och förhindra översvämningar. Vid mindre regn kan de ytliga systemen hantera det mesta av dagvattnet. Vid större regn och skyfall kan systemen som först når sin fulla kapacitet längre upp i avrinningskedjan bräddas av till det luftiga förstärkningslagret och sedermera system längre ner i det sammankopplade systemet.

Drift- och underhållsarbete för regnbäddar och planteringar på luftiga bärlager inkluderar skötsel av vegetation, rengöring av in- och utlopp och bräddavlopp samt rensning av sediment och skräp som ackumulerats ovanpå substratet. Om underhållsarbetet utförs kontinuerligt är det ytterst sällan som substratet behöver bytas i växtbäddar eller planteringar. Välmående och väletablerad vegetation har stor betydelse för upprätthållande av en god struktur på substratet och hjälper till att motverka kompaktering och erosion. Särskilt under de första åren då vegetationen ska etableras är det viktigt med regelbunden kontroll, rensning av döda växter och ogräs och eventuellt kompletterande plantering (Blecken,2016).

De ytliga systemens placering i förslaget kan försvåra underhållsarbetet då de befinner sig i mitten av en hårt trafikerad väg. Den svåra framkomligheten tillsammans med en försämrad arbetsmiljö på grund av biltrafiken skulle kunna göra att driftskostnaderna stiger. Ifall det anses nödvändigt att leda om trafiken varje gång systemet ska tittas till är detta något som också skulle innebära större kostnader eller logistikproblem.

Det kan vara en utmaning att hitta lämplig vegetation för de ytliga systemen. Växterna måste tåla torka, stående vatten och salt från halkbekämpning. För att undvika extrakostnader och logistikarbete bör inte skötselrutinerna bli för olika rutinerna för konventionella planteringar. De växter som har störst chans att etablera sig har ofta sitt ursprung vid kusten eller längs vattendrag i sandiga, näringsfattiga jordar. Plantskolor erbjuder ibland att växterna odlas fram i samma substrat som de ska stå i senare vilket kan underlätta vid etableringsstadiet (Tynell & Fridell, 2018).

Att använda den stora gräsytan i cirkulationsplatsen som översilningsyta är ett steg i att ytterligare skyfallsanpassa platsen. Ytans placering nedströms i avrinningskedjan skulle öppna upp för någon typ av 'end of pipe'-lösning med bättre fördröjande och framförallt renande funktion. Problemet med att anlägga konstruktioner som kräver anläggande av ny överbyggnad samt in- och utlopp är att träden på platsen troligtvis måste avverkas. Det är inte säkert att den befintliga jorden i cirkulationsplatsen har tillräcklig genomsläpplighet eller förmåga att infiltrera vatten vid ett skyfall. Här måste man göra en avvägning om alternativet att andra ytor eller ledningssystem svämmas över är bättre.

5.3 Skyfallsanpassning av John Ericssons väg utifrån Malmö stads principer för dagvattenhantering

I Malmö stad har man länge arbetat med att lägga fram strategier för hur dagvatten ska hanteras på ett mer hållbart vis. Dokumenten som publicerats lägger fram olika principer för hur staden ska dagvattenanpassas, vilka har applicerats vid förslaget till skyfallsanpassning av John Ericssons väg. Huvudsyftet med den föreslagna lösningen är att avleda och fördröja dagvatten, särskilt vid stora skyfall. Det stämmer väl överens med skyfallsplanens strategi för hur man ska hantera nederbördsmängder som inte kan omhändertas av befintliga dagvattenförande system, i ett område där man sett att skyfall riskerar få stora konsekvenser för samhällsliga funktioner. Man pekar också särskilt ut områden för samhällsviktig verksamhet och topografiska lågpunkter, två förhållanden som sammanfaller längs sträckan av John Ericssons väg- och där det kan finnas behov av strategiskt viktiga, storskaliga åtgärder som den föreslagna.

Även i grundprinciperna för dagvattenhantering framhålls punktåtgärder för att undvika skadliga uppdämningar vid kraftiga regn, att minska tillförseln av dagvatten till ledningssystemet, att avskilja så stor del av föroreningar som möjligt under vattnets väg till recipienten samt utnyttja dagvattnet som en positiv resurs i stadsbyggandet. Samtliga dessa grundprinciper tar förslaget hänsyn till.

Enligt den klassificeringsmetod som nämnts ovan ställs särskilda krav på dammen som endast kan ta emot rent dagvatten. För att dagvatten ska kunna ledas till dammen i Pildammsparken är det viktigt att kunna säkerställa att de föreslagna dagvattensystemen kan rena dagvattnet på ett tillräckligt vis. Förslaget bygger inte på att dagvatten ska släppas ut direkt i dammen utan innehåller istället system som vill rena vattnet från de föroreningar som associeras med den hårt trafikerade vägen.

6 Slutreflektioner och kommentarer

Det är tydligt att det krävs insatser i våra städer som tar hänsyn till dagvattenproblematiken. I många fall står vi människor inför nya problem som konsekvens av den föränderliga miljö vi lever i och ofta har gett upphov till. I takt med att städerna växer och blir tätare försämrar naturens egen förmåga att upprätthålla det hydrologiska kretsloppet och genom naturliga processer hantera vatten. Samtidigt kommer extrema väderförhållanden att bli mer vanligt

förekommande. I städerna måste vi fokusera på att använda oss av öppna dagvattenlösningar, sådana konstruktioner som försöker efterlikna naturens egna metoder för att fördröja och rena vatten. Öppna dagvattenlösningar är inte bara nödvändiga för att motverka översvämningar utan ger också upphov till mervärden och positiva konsekvenser för våra städer. Detta är något vi går miste om när vattnet ses som skadligt för stadsbyggandet. Med ett perspektiv som antar Liptans fem grundprinciper för hållbar dagvattenhantering kan vattnet istället användas som en resurs. Genom att inpassa och låta vattnet flöda genom landskapet är det möjligt att öka mängden vegetation i städerna väsentligt samtidigt som ledningssystem såväl som recipienter avlastas. Träd, buskar och planteringar bidrar med ekosystemtjänster som vi är absolut beroende av. Grönska i städerna löser många av de problem vi idag står inför med ökade temperaturer och en minskad tillgång på vatten.



Liptan uppmanar till en medvetenhet om att de nya metoderna för att hantera dagvatten är under ständig förändring. Hela tiden uppdagas det nya metoder för hur framtidens städer bör utformas. Det är viktigt att vara medveten om att den här typen av storskaliga lösningar på gatumark fortfarande är ganska ovanligt förekommande. Infrastruktur som kan hantera dagvatten och erbjuda andra mervärden provas i större och större skala men varje plats presenterar sina egna problem som måste lösas. Att storskalig dagvattenanpassning av städer är ovanligt förekommande kan också bero på att det är en fråga som engagerar många olika intresseområden men att ansvarsfördelningen inte alltid är tydlig. Detta är något som jag har valt att inte behandla i mitt arbete men som ofta tas upp som ett problem i den litteratur jag har tagit del av inför detta arbete. Det är en utmaning att involvera alla ansvarsområden som dagvattenfrågor berör och att samverka över kompetensområden. Detta är ett problem som går att urskönja från planeringsskedet och genom hela anläggningsprocessen fram till drift- och underhållsarbetet när dagvattenlösningarna är färdigställda. De dokument som Malmö stad har tagit fram har som syfte att ligga till grund för att förtydliga ansvarsfördelningen inom de tekniska förvaltningarna. Det finns inget tydligt tillvägagångssätt för att engagera de fastighets- och markägare som besitter största andelen stadsyta på vilken stora välgörande insatser skulle kunna förverkligas. I det fortsatta arbetet med att anpassa staden för en mer hållbar dagvattenhantering är det min rekommendation att ett ännu större fokus ligger på en sådan samverkan. Samtidigt kan staden bli vassare i sina kravformuleringar för att driva arbetet med hållbar dagvattenhantering framåt. Det kanske inte i framtiden är tillräckligt att i de strategiska dokumenten lägga fram punktåtgärder för att minska tillförseln av dagvatten till

ledningssystemet. Ambitionen borde vara att för områden där det är möjligt helt förlita sig på öppna dagvattenlösningar.

I ett samtal i samband med denna uppsats berättar Per Svensson om hur man kan förhålla sig till dagvattenproblematik i staden och varför platser som John Ericssons väg är viktiga ur ett helhetsperspektiv. Han menar att beredskapen mot skyfall till stor del handlar om att flytta vattnet från där det gör mest skada till platser där dess påföljder går att tolerera eller rentav dra nytta utav. Detta är ett förhållningssätt till dagvattenproblematiken som jag har försökt att implementera i mitt förslag för en skyfallsanpassning av John Ericssons väg. Stoppad trafik på grund av en översvämmad gata är eventuellt det minst dåliga alternativet i just detta sammanhanget. Det är ganska ovanligt att platser som är hårt drabbade av stora skyfall och i behov av avlastande åtgärder också presenterar goda möjligheter i att skyfallsanpassas. Här nämner Söderkullaparken i Malmö som ett undantag som bekräftar regeln. Bostadsområdet runt Söderkullaparken är ett av de som drabbades värst vid regnet år 2014. Parken som då låg upphöjd i förhållande till de omkringliggande kvarteren har sedan dess schaktats ur för att skapa översvämningsytor över en mer naturlig topografi. En yta som denna kan med relativt enkla medel anpassas med en bibehållen, och i detta fallet till och med förbättrad funktion. Bollplanen som tidigare fanns var enda egentliga hårdgjorda ytan på platsen. Den har nu sänkts ner för att skapa ett slags kar där dagvattnet kan samlas när parkytan blir översvämmad. Med en genomtänkt lösning, som tar hänsyn till Liptans principer och de principer och strategier som ska gälla för dagvattenhanteringen i Malmö stad, kan John Ericsson väg bli ytterligare ett exempel på en lyckad skyfallsanpassning i Malmö.

7 Källförteckning

Blecken, Godecke-Tobias (2016). Kunskapssammanställning Dagvattenrening. Stockholm: Svenskt vatten

Boverket (2010). Mångfunktionella ytor: Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönsstruktur. 1. utg, Karlskrona: Boverket.

Butler, D & Davies, J. W. (2011). Urban drainage. 3. ed. London: Spon Press

Grip, H & Rodhe, A. (2000). Vattnets väg från regn till bäck. 3., rev. uppl. Uppsala: Hallgren & Fallgren

Härde, Ulla (2013). Pildammsparken 1914 - 2014. Malmö: Bokförlaget Arena

Klimat- och sårbarhetsutredningen (2007). Sverige inför klimatförändringarna: hot och möjligheter: slutbetänkande. (SOU 2007:60). Stockholm: Fritze.

Liptan, Thomas W. *Sustainable stormwater management: A landscape-driven approach to planning and design*. Timber Press, 2017.

Malmö stad (2000). Dagvattenpolicy för Malmö. Malmö: Malmö stad.

Malmö stad (2008). Dagvattenstrategi för Malmö. Malmö: Malmö stad.

Malmö stad (2017). Skyfallsplan för Malmö. Malmö stad.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (2013). Resiliens: Begreppets olika betydelser och användningsområden.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (2013). Framtidens storstäder: Säkerhet i en föränderlig värld.

Persson & Smith (2014). Biologisk mångfald i urbana miljöer – förutsättningar, fördelar och förvaltning. CEC Syntes Nr 02. Centrum för miljö- och klimatforskning, Lunds universitet. ISBN 978-91-981577-2-7

Rosborn, Sven (2002). En vandring i historien - Med Sven Rosborn genom gamla Malmö. Malmö: Corona

SMHI (2014-03-20). Vattnets kretslopp - förenar hydrologi, meteorologi och oceanografi. Tillgänglig: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologi/vattnets-kretslopp-forenar-hydrologi-meteorologi-och-oceanografi-1.20615>.

SMHI (2015-06-01). Återkomsttider. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/aterkomsttider-1.89085>

Stahre, Peter (2004). *En långsiktigt hållbar dagvattenhantering: planering och exempel*. Stockholm: Svenskt vatten

Stockholm stad (2017). Växtbäddar i stockholm stad - en handbok 2017. Stockholm: Stockholm stad.

Svenskt vatten (2016). Avledning av dag-, drän- och spillvatten: Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. 1. utg. Stockholm: Svenskt vatten.

Svenskt vatten (2011). Hållbar dag- och dränvattenhantering: Råd vid planering och utformning. 1. utg. Stockholm: Svenskt vatten

Svenskt vatten (2007). Klimatförändringarnas inverkan på allmänna avloppssystem: underlagsrapport till Klimat- och sårbarhetsutredningen. 1. utg. Stockholm: Svenskt Vatten

Tynell, A & Fridell, K (2018). Grönblå infrastruktur – hållbar dagvattenhantering i gaturum. *Gröna fakta*, Vol.7, ss. 1-7.

8 figurförteckning

Om inte annat anges i figurförteckning tillhör figurerna författaren.

Figur 1. Svenskt vatten (2016). Avledning av dag-, drän- och spillvatten: Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. 1. utg. Stockholm: Svenskt vatten

Figur 2. Svenskt vatten (2016). Avledning av dag-, drän- och spillvatten: Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. 1. utg. Stockholm: Svenskt vatten

Figur 4. Malmö stad (2008). Dagvattenstrategi för Malmö. Malmö: Malmö stad

Figur 5. Malmö stad (2008). Dagvattenstrategi för Malmö. Malmö: Malmö stad

Figur 6. Malmö stad (2008). Dagvattenstrategi för Malmö. Malmö: Malmö stad

Figur 8. Malmö stad (2017). Skyfallsplan för Malmö. Malmö stad

Figur 9. Malmö stad (2017). Skyfallsplan för Malmö. Malmö stad

Figur 16. Stahre, Peter (2008). *Blue-green fingerprints in the city of Malmö, Sweden: Malmö's way towards a sustainable urban drainage*. Va syd, 2008.